**A****kémia****TANÍTÁSA**

1993. JANUÁR

ára: 86,- Ft

I. évf. / 1. szám

1993-1994.

TARTALOM

KÖSZÖNTŐ

Dr. Burger Kálmán
egyetemi tanár, az MTA levelező tagja

A KÉMIA HATÁSA ÖRKÉNY ISTVÁN ÉLETÉRE ÉS MUNKÁSSÁGÁRA

Dr. Hannus István
egyetemi adjunktus, JATE

KÉSZÜLJÜNK AZ IRINYI VERSENYRE!

Dr. Kónya Józsefné
egyetemi adjunktus, KLTE

KÉMIAI „BÜVÉSZKEDÉS”

Dr. Rózsahegyi Márta - Dr. Wajand Judit
egyetemi docensek, ELTE

„RONT, VAGY JAVÍT, DE NEM HENYÉL” MÉRGEK, GYÓGYSZEREK, EGYES BEK

Dr. Wajand Judit egyetemi docens, ELTE
Gertner Hajnalka gimnáziumi tanár, Siklós

PERIÓDUSOS RENDSZEREK

Pálvölgyi Inre
nyugalmazott középiskolai tanár

A KÉMIATANÁROK KÉPZÉSE AZ USA-BAN

Dr. Adamkovich István
egyetemi adjunktus

En a természettudományok felől jöttem (mármint az irodalmi életbe), ezt a gondolkodást sajátítottam el, és ezt nagyon szerettem. Nagyon egyszerűen szólva: a kémia nyelvén leírható egy képlet, amely szerint ha a kénsavat összeöntöm a báriumkloridral, akkor bárium-szulfát képződik. (5. oldal)

Közeledik február eleje, az Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny első fordulójának időpontja. A versenyt megelőző néhány héten különösen felerősödik a készülés, s a versenyzők számára előkérülnek korábbi feladatsorok, melyek megoldása nemcsak edzést, hanem a tudás felmérését... (8. oldal)

Az emberi gondolkodás természetében van, hogy ismereteinek halmazát rendezni akarja.

A múlt század elejétől - Dalton munkássága nyomán - megkezdődtek a kémikusok kísérletei arra, hogy valamilyen rendet teremtsenek az elemek látszólag kaotikus... (18. oldal)

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Szerkesztő: Dr. Adamkovich

István egyetemi adjunktus

A szerkesztő munkatársai:

Dr. Kónya Józsefné egyetemi
adjunktus

Dr. Soltész György egyetemi
adjunktus

Kószó Katalin általános iskolai
szakvezető tanár

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3.

Tel.: (62) 312-988,

FAX: (62) 328-247

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió kft.

Felelős kiadó: Török Zoltánné

Kiadói szerkesztő: Földvári Erika

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió

6701 Szeged, Pf. 301.

Éves előfizetési díj: 430 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Szeged, Csongrádi sgt. 73.

Budapest VIII., Üllői út 70.

Hírdetésekkal kapcsolatos

felvilágosítás: Tóth Mónika,

Tel.: (62) 312-988

A kémia tanításában megjelenő
valamennyi cikket szerzői jog
védi. Másolásuk bármilyen for-
mában kizárólag a kiadó elő-
zetes írásbeli engedélyével
történhet.

ISSN 1216-7576

TARTALOM

KÖSZÖNTŐ

Dr. Burger Kálmán

egyetemi tanár, az MTA levelező tagja

A KÉMIA HATÁSA ÖRKÉNY ISTVÁN ÉLETÉRE ÉS MUNKÁSSÁGÁRA

Dr. Hannus István

egyetemi adjunktus, JATE

KÉSZÜLJÜNK AZ IRINYI VERSENYRE!

Dr. Kónya Józsefné

egyetemi adjunktus, KLTE

KÉMIAI „BŰVÉSZKEDÉS”

Dr. Rózsahegyi Márta - Dr. Wajand Judit

egyetemi docensek, ELTE

„RONT, VAGY JAVÍT, DE NEM HENYÉL” MÉRGEK, GYÓGYSZEREK, EGYEBEK

Dr. Wajand Judit egyetemi docens, ELTE

Gertner Hajnalka gimnáziumi tanár, Siklós

PERIÓDUSOS RENDSZEREK

Pálvölgyi Imre

nyugalmazott középiskolai tanár

A KÉMIATANÁROK KÉPZÉSE AZ USA-BAN

Dr. Adamkovich István

egyetemi adjunktus

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve két példányban küldjük meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 10-12 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utalunk rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli citálások név és évszám jelöléssel történjenek. Míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabétikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat. A megjelent cikkek utáni honorárium kifizetése érdekében személyi számukat.

Tisztelt Olvasó!

A Kémia tanítása olvasói a mostani számmal régi névvel, de lényegében új folyóiratot tartanak kezükben. Azt is mondhatnánk, hogy egy „régí új” kiadványt, hiszen ez a lap szellemi rokonságban szeretne maradni a régivel. Az új kiadó és az új szerkesztőség szándékai becsületesek, céljai világosak: olyan kiadványt akarunk megjelentetni, amely remélhetőleg képes lesz hatékonyan segíteni a kémiatanárok munkáját.

Szeretnénk, ha lapunk a kémiatudomány csodálatos dinamikájából valamennyit átvenne, a pályakezdők, valamint a már régebben tanító kollégáink kellő időben tájékozódjanak majd a kémiaoktatás és tudományos kutatás eredményeiről, szakmai rendezvényekről, tanulmányi versenyekről. Célunknak tekintjük a multidiszciplináris szemléletmód terjesztését is. Meggyőződésünk, hogy a tanári módszertani kultúra fejlesztésében jelentősen segíthet a kémiatudománnyal közvetlenül vagy közvetve érintkező tudományok eredményeinek közvetítése is.

Nem akarjuk a felelősséget az olvasó, a kiadó és a szerkesztőség között aránytalanul megosztani, de a lap színvonala, karaktere és végsősoron a jövője a tanárkollégáktól is függ. Mi szellemi műhellyé akarjuk tenni a folyóiratot. Ehhez az Önök segítségét várjuk. Azt is tudjuk, hogy hasonló jellegű kiadványok már vannak a piacon, ezt a pluralizálódási, alternatívaeremtődési folyamatot kívánjuk segíteni a magunk eszközeivel és csak reméljük, hogy olyan értékeket tudunk felmutatni, amely majd választásukat megkönnyíti.

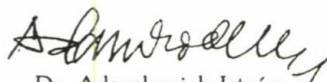
Kérjük tehát mindazon kollégák jelentkezését, akiknek van érdemleges gondolatuk és némi írói vénájuk. Tegyük közkinccsé! Tanuljunk egymás munkájából, gondoljaiból és örüljünk sikereinknek is! Minden olyan közleménynek szívesen adunk nyilvánosságot, amelyből a kémikus tanártársadalom okulhat. Hogy megkönnyítsük leendő szerzőinknek munkáját - a teljesség igénye nélkül - az alábbiakban felsoroltunk néhány témakört:

- Szakmai továbbképzést célzó írások - különös hangsúllyal a tananyag problematikusabb fejezeteihez, kiegészítések, elemzések, más szempontú megvilágítások...
- A mindennapok tanítási tapasztalatai - alkotó pedagógusok általánosítható gondolatai, pedagógiai kísérletei, új demonstrációs kémiai kísérletek, új kísérleti eszközök kidolgozása...
- Alternatívítás a kémiaoktatásban és taneszközrendszerekben - bemutatása, a tapasztalatok összegyűjtése, elemzése...
- Tanárportrék - maradandó nyomot, értéket felmutató életpályák bemutatása...
- Tudomány-, technika-, ipar- és kultúrtörténeti érdekességek...
- Tájékoztató rendezvényekről.

Kérjük azon intézmények képviselőit, ahol a kollégákat érdeklő összefüggések szervezése történik, tegyék a lapunkba ismertté az időpontot és a tematikát (nemcsak szorosan vett kémiai, hanem a kémiaoktatás multidiszciplináris jellegét is szem előtt tartva)

- Különböző szaktárgyi versenyek (helyi, országos, nemzetközi) - időpontjának, tematikájának és végeredményeinek közlése
- terveinkben szerepel olyan rovat is, amely közvetlenül a tanulók felkészítését szolgálja (pl.: versenyfelkészítés, kémiai fejtörő).

Hégetetül, összefoglalva szeretnénk a kémiatanítás elmélete és gyakorlata kapcsolatából kihozni egy olyan összképet, amely közelítő kísérlet lehet a nevelés le nem írt és ki nem mondott lényege felé vezető úton: ez az elképzelésünk nekünk, akik régóta keressük a lényeg felé vezető úton a találkozásokat...


Dr. Adamkovich István
főszerkesztő

Dr. Burger Kálmán

Köszöntő

Nagy örömmel köszöntöm születése alkalmából a Kémia tanítását. Mint a kémiát több évtizede oktató és művelő ember nagyon jól tudom, milyen nagy szükség van erre a Folyóíratra. Iskolai kémiai oktatásunk - tisztelet a kivételnek - sajnos nem olyan, amilyennek lennie kellene. Nem a tanított ismeretek mennyiségét, vagy mélységét, színvonalát kifogásolom, hanem azt a szemléletet, amelyben a tanítás folyik. A kémia - bonyolult összefüggései, kristálytisztá logikája, a gyakorlattal való sokoldalú kapcsolata miatt - szép is, érdekes is. Tanítása és tanulása egyaránt öröm lehetne. A kémiatanárok körül - néhány megszállottól eltekintve - mégsem alakult ki a kémiát lelkesen tanulók tábora. Ennek eredménye, hogy a magyar társadalom többet hall a kémia környezetszennyező, a természetet károsító hatásáról, mint a hasznosságáról. Pedig a gyógyszerektől a növényvédőszereken keresztül a műanyagokig és energiahordozókig nagyon sok olyat köszönhetünk e tudománynak, ami életünket szebbé, gazdagabbá teszi.

A Magyar Tudományos Akadémia Kémiai Osztályának 1992. december 15-i ülése foglalkozott a kémia oktatásának követelményeivel az MKE Oktatási Bizottsága, az MTA Kémiai Tudományok Osztálya és a MTT Kémiai Tanári Szakosztálya által előkészített anyag alapján. A vita legfőbb tanulsága, hogy „mind az elsajátítandó tananyag, mind a tankönyvek, mind a kémiai órák szemlélete és anyaga

- legyen élet-, anyag- és élményszerű, emberközelí, tanulságos, érdekes, látványos és ne száraz ismeretanyag,
- érződjön mindennapi haszna, jelentősége, szükségessége, ne legyen „muszáj” jellege,
- mutassa meg, hogy a kémia nem l'art pour l'art tudomány, hanem mindenna-

pi tevékenységünk szerves része,
- érzékeltesse: a kémia mindig nélkülözhetetlen volt az emberiség számára, ma pedig meghatározó a modern társadalom életében.”

A fenti követelményeknek nagyon nehéz megfelelni. Az ilyen szellemben végzett tanítás a tanároktól rendkívüli felkészültséget, nagy didaktikai és tanulás-pszichológiai képességet igényel, hiszen a kémia nemcsak szép és érdekes, de nehéz is. A tanár az adott korosztályok sajátosságaihoz igazítva kell, hogy megtanítsa a fent leírt módon az alapvető kémiai fogalmakat, összefüggéseket, törvényeket, reakciókat, stb. Ehhez kell segítséget nyújtania az új Folyóíratnak a modern oktatási módszerek átadásával, a tapasztalatcsere segítségével. Különösen fontos feladata lehet, egyszerű és a korlátozott anyagi lehetőségek mellett is elvégezhető, tanári és tanuló-kísérletek népszerűsítése. Ezek segíthetnek talán a legjobban a kémia megszerettetésében.

Sok sikert kívánok az új folyóiratnak és szerkesztőinek nehéz, de rendkívül hasznos vállalkozásukhoz.

Szeged, 1993. január 8.



Burger Kálmán
egyetemi tanár
az MTA levelező tagja

Dr. Hannus István

A kémia hatása Örkény István életére és munkásságára

Hn a természettudományok felől jöttem (mármint az irodalmi életbe), ezt a gondolkodást sajátítottam el, és ezt nagyon szerettem. Nagyon egyszerűen szólva: a kémia nyelvén leírható egy képlet, amely szerint ha a kénsavat összeöntöm a báriumkloriddal, akkor bárium-szulfát képződik. És abban a pillanatban, ha egy kis kémcsőbe beleöntöm, valóban ott a fehér csapadék, a bárium-szulfát. Csodálatos egyezése az elméletnek és a gyakorlatnak, a gondolat megvalósulásának. Szóval a világnak ez az egyszerű és világos kifejezése, ez engem elragadott, ez nekem borzasztóan tetszett.” - válaszolta Örkény István 1974-ben Vitray Tamás kérdésére az Ötszemközt című tévéműsorban.

Az Egyperces novellák és groteszk drámák (Tóték, Macskajáték) világhírű szerzője azonban egyetemi tanulmányain kívül családja és egy gyógyszergyárban töltött több éves munkaviszonya révén is kapcsolódott a kémiához.

Családi előzmények

Verekkora szünidőit rendszeresen anyai nagyapja házában töltötte, amire később így emlékezett: „Az én családi felmenőim anyai ágon a felvidéki Pető család volt. Ők Nyitrától nem messze, Verebély nevű községben éltek, ahol beláthatatlanul régi idők óta virágzó ecetfájuk volt... Már az érsekújvári állomáson, amikor az ember átszállt, ott volt a hirdetésük, ami így szólt:

Három régi szó:

Pető ecet jó.

Innen aztán egy kis vicinális vitt el Verebélyre, ott volt az ecetgyár, amely máig emlékezetemben él: ahogyan Proustnak a madelei-

é idézi föl az ifjúságot, egy teába mártott sütemény. Ha én bárhol salátát kapok, aminek ecetszaga van, nekem rögtön a fiatalságom jut eszembe. Gyáron ne valami óriási ipartelepét értsünk, ennek a régi Pető-féle ecetgyárnak mindössze három munkása volt. Bár igaz, hogy az ecet nem túl munkaigényes termék”.

Apai ágon az előbb makói, utóbb szolnoki illetőségű család szesz- és likörgyártással illetve kerekedéssel foglalkozott. Édesapja, Örkény Hugó gyógyszerész volt, és több patika tulajdonosa. A leghíresebb ma is gyógyszertárként működik a Rákóczi út és a József körút sarkán, az Emkével átellenben. Apját, aki eléggé bohém ember volt, a következőképpen jellemezte Örkény István: „Apám afféle Mikszáth-vagy Krúdy-hősként élt. A patika tabu és szentség volt a családban, ő maga azonban - nem is tudom, hogyan nevezzem, ez a típus már végleg kiveszett - gavallér volt. Három patikát mulatott el. A Szent Hermina Patikát a Hermina úton, a Szent Kristóf patikát a Kígyó utcában - helyén most egy közért van - és a Csillag patikát, nem, a Török patikát a Király utcában.”

Örkény István nagyszülei tehát hasonló tevékenységet folytattak, egyik helyen ecet, másikon szeszgyárat találunk. Lehet, hogy a kémiának már szülei megismerkedésében is volt némi szerepe. A kémiához való kapcsolódás azonban még korábbi időre nyúlik vissza. Örkény Istvánt is foglalkoztatta, hogy egyik őse, Österreicher Manes József (1756-1832) orvosként a budai hévizek elemzésével és tudományos ismeretterjesztésével vált ismertté, és írta be nevét a magyarországi kémia történetébe. Az 1781-ben kinyomtatott disszertációjában kémia professzorának, Winterl Jakabnak az analitikai módszerét alkalmazta. Ennek

alapja a XVIII. századi kémia uralkodó eszméje, a flogiszon elmélet volt. Szerepel a vizsgálatok között a „vízben oldott flogiszon meghatározása” is, aminek az a lényege, hogy az oldott flogiszon salétromsavval illékonytá tehető. A dolog tudománytörténeti kuriózum, mivel azon ritka esetek egyikével találkozhatunk, amikor a flogiszon mennyiségét analitikai pontossággal igyekeztek meghatározni. Mai ismereteink szerint a víz oxigénfogyasztását mérték meg, amiért a vízben lévő szerves anyagok a felelősek. A téves kiindulás ellenére a gondos és szellemes analitikai eljárás ma is használható eredményeket hozott.

Felfigyelt a budai ásványvizek Glauber-só tartalmára is, amire alapozva később szóda-gyárat létesített. A balatonfüredi szívkórház létrehozásában is döntő érdemei voltak. 1804-ben Bécsbe költözött, és ott is halt meg, mint tekintélyes és vagyonos polgár. Örkény István őse tehát a korabeli kémia élvonalával volt közvetlen kapcsolatban.

Tanulmányok

Édesapja azt szerette volna, ha fia többre viszi, mint ő (a legtöbb szülő így van ezzel), ezért Örkény István apja kívánságának engedve érettségi után, 1930 szeptemberében a magyar királyi József Nádor Műegyetem Vegyészmérnöki Osztályára iratkozott be. Itt a korabeli kémia olyan nagyjai oktatták, mint *Ilosvay Lajos* (1851-1936), akinek nevét máig őrzi a nitrit-ion kimutatására és meghatározására szolgáló Griess-Ilosvay reagens. Kémia technológia tanára *Varga József* (1891-1956) volt, aki szintén kiemelkedő alakja a magyar kémia történetnek, és meghatározó egyénisége mind a két világháború közötti, mind a II. világháború utáni magyar vegyipar fejlődésének. Tanárai közül azonban kétségtávol Zemplén Géza (1883-1956), a szerveskémia világhírű professzora volt rá legnagyobb hatással.

Az első három félév akadályait „simán” vette, általában közepes eredménnyel, néhány utóvizsgával, annak megfelelően, hogy túl nagy vegyész ambíciói nem voltak, de teljesítette apja kívánságát. Problémássá a 4. félév vált,

amikor Strauss Hermann professzornál kellett vizsgáznia „Chemiai-fizika”-ból, ezen belül termodinamikából. A sikertelen vizsga, a professzor és a termodinamika emléke nem múlt el nyomtalanul, mert később írásaiban is megemlékezik róla.

Örkény Hugó átmenetileg belenyugodott abba, hogy fia nem szerzi meg a mérnöki diplomát, ahhoz azonban ragaszkodott, hogy tanulmányait gyógyszerészként folytassa. Így a fiú áttette tanulmányai színhelyét Budáról Pestre, a Műegyetemről a Tudományegyetemre. Apja patikájában töltve a gyakorlatokat jutott ideje írásra is, és arra is, hogy sikeres utóvizsgát tegyen termodinamikából. 1935-ben kapott gyógyszerész oklevelet, és újabb gyógyszerügyi gyakorlatok igazolása után 1937-ben sikeresen letette a „gyógyszerészmesteri feljogosító vizsgát”, melynek eredményeként diplomájára rávezették a következő záradékot: „gyógyszertár önálló vezetésére jogosult”. Ebben az évben jelent meg első novellája nyomtatásban a József Attila szerkesztette „Szép Szó”-ban.

Örkény a következő két évet külföldön (London, Párizs) töltötte, majd visszatérve folytatta műegyetemi tanulmányait, és 1941-ben kapta meg vegyészmérnöki oklevelét. A diplomaosztásra később igyelemlekezett egy interjúban: „Zemplén Géza, a kiváló tudós, aki a Műegyetemen tanárom volt, amikor a vegyészmérnöki diplomát átadta nekünk, azt mondta: „Maguk bármilyen gyárba vagy intézetbe kerülnek innen, minden takarítónő többet tud arról, ami a munkahelyükön folyik, mint maguk. Maguk itt az egyetemen csak azt tanulták meg, hogy milyen problémák elé kerülhetnek, és melyik könyvet kell a polcra leemelni, hogy azt megoldhassák”.

A diplomaosztás utáni bankett hangulatát a Kis Rabló Étteremben, és az elképzelt vegyészmérnöki pályakezdést meg is írta a „Zürich, Budapest, Charlottenburg” című novellájában. Ebben T. professzor Zemplén Gézát személyesíti meg, akinek kedvelt beszédtemája volt a budapesti műegyetem jó híre. A novella címe az egyetemek rangsorát fejezi ki. (Örkény hatására barátját, Déry Tibort is meghívta Zemp-

lén Géza, és Felelet című regényének kémia professzorát, Farkas Zénót részben róla mintázta.)

Pályakezdőként a gyógyszergyárban

Örkény az ötvenes években sikeres és ismert íróvá vált. 56-os szerepvállalása miatt azonban szilenciumra ítéltetett, írásait, fordításait nem közölték. Ekkor úgy dönt, hogy leporolja két diplomáját, és állást vállal tanult szakmájában. 1958 és 1963 között az Egyesült Gyógyszer- és Tápszergyárban (ma EGIS) dolgozott az orvostudományi osztályon. Itt a készülő gyógyszerek bevezetésével, ismertetésével, terjesztésével foglalkoztak. Olyan munkát kapott, amely során hasznosíthatta ismereteit. Főnökei a gyógyszerismertető, összefoglalók, propaganda kiadványok készítésében jól tudták kamatoztatni stílusérzékét, nyelvtudását. Többek között a lidokain, tioxazin, andaxin nevű gyógyszerek, a kofka koffein tartalmú tableta népszerűsítésében vett részt. Több cikket írt a Karil című üzemi lapba is. Kollégái szerették Örkényt. A vele kapcsolatos dokumentumokat, írásokat, visszaemlékezéseket volt munkatársa, Kósa László gyűjtötte össze, és jelentette meg *Pisti a gyógyszergyárban* címmel.

Közben lassan megtört a jég, kezdtek újra megjelentetni írásait, 1963-ban befejezte gyógyszergyári karrierjét, és újra csak az írásnak szentelte idejét.

A kémia hatása Örkény írásaiban

Örkény István műveiben az előzőekben idézetteken kívül is szép számmal találhatók a kémiával kapcsolatos motívumok. Például Irinyi és a gyufa, vagy Paul Erlich esete a salvarsannal többször is előfordul. Ennél azonban sokkal jelentősebb az a hatás, amit stílusára, kifejezőképességének tömörségére természettudományos műveltsége gyakorolt. Ezzel kap-

csolatban, végezetül idézzük újra saját szavait az Ötszermközt-beli interjúból - „az egyetem elvégzése számomra nem volt teher vagy szenvedés. Végül is ekkor sajátítottam el azt a természettudományos gondolkodást, amely még ma is egy kicsit különlegessé teszi a helyzetemet a magyar irodalomban...

... az egész kémia, fel egészen a szerves kémiáig, egy tiszta, világos képzet. Ez az a tiszta világosság, amit egész életemben kerestem, szerettem; mindennek a legegyszerűbb és legvilágosabb megfogalmazását. Az értelmet.”

Irodalom:

- [1] Lázár István: Örkény István, Arcok és valóságok, Szépirodalmi Kiadó, Budapest, 1979
- [2] Szabadvary Ferenc - Szőkefalvy Nagy Zoltán: A kémia története Magyarországon, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1972
- [3] Kósa László: Pisti a gyógyszergyárban (Örkény István a száműzetésben), Háttér Kft., Budapest, 1989
- [4] Örkény István összes művei, Szépirodalmi Kiadó, Budapest
- [5] Örkény István: Novellák 1980
- [6] Örkény István: Egyperces novellák, 1984
- [7] Örkény István: Párbeszéd a groteszkről, 1986

Dr. Kónya Józsefné

Készüljünk az Irinyi versenyre!

Iőzeledik február eleje, az Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny első fordulójának időpontja. A versenyt megelőző néhány héten különösen felerősödik a készülés, s a versenyzők számára előkerülnek korábbi feladatsorok, melyek megoldása nemcsak edzést, hanem a tudás felmérését is jelenti. Minden összeállításnak, ami ilyenkor kézbe kerül, haszna van. Ilyen célból adok közre egy teljes feladatsorozatot, melyet az 1991/92. évi versenyek során oldottak meg Hajdú-Bihar és Heves megyében a versenyző diákok. A feladatok pontozását, a számpéldák végeredményét is megtalálja az olvasó eme összeállítás végén.

Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny I. fordulója, 1992. február 5.

A versenyre kijelölt feladatok szövege a 81316. számú Összefoglaló feladatgyűjtemény kémiából című kiadványban található meg.

Első (I.a) és második (I.b) kategória

Elméleti feladatok

103., 109., 3. feladtból az 5., 6. és 7. kérdés, 244., 263., 277., 738. feladtból az a) és b) kérdés, a 884. számú feladtból az a), b), c), e) kérdések, az e) választ meg is kell indokolni.

Számítási feladatok

1. feladat: 364. számú, 2. feladat: 332. számú, 3. feladat: 926. számú

4. feladat: Adott gázelegy CO-ot, CO₂-ot és O₂-t tartalmaz. Ha ebből a gázelegyből 5 dm³-t veszünk és elektromos szikrával reakciót indítunk el benne, akkor a CO elég CO₂-dá, s a reakció utáni gázelegy térfogata 4 dm³ (a kiindulási gázeleggyel megegyező hőmérsékleten és nyomáson), valamint ennek az égésterméknek a H₂ gázra vonatkoztatott sűrűége 20,5.

a) Tartalmaz-e az égéstermék a CO₂-on kívül O₂-t is?

b) Hány dm³ a kiindulási gázelegy?

c) Hogyan aránylik egymáshoz a CO, a CO₂ és az O₂ molekulák száma a kiindulási gázelegyben?

Negyedik (II.a) és ötödik (II.b) kategória, a vegyipari szakközépiskolások kivételével

Elméleti feladatok

247., 462., a 311. feladtból az a), b) és d) kérdések a 960. feladtból a 4. kérdés, a 971. feladtból az 1. és 2. kérdés, 1315., 1047., 1308. (egyenletet is írjon), 1314., 1326. (a választ meg is kell indokolni).

Számítási feladatok

1. feladat: 1361. számú, 2. feladat: 518. számú, 3. feladat: 1164. számú

4. feladat: CO-ot, CH₄-t és O₂-t tartalmazó standardállapotú gázelegyben elektromos szikrával reakciót indítunk meg. A reakció lejátszódása után az égéstermék térfogata standard állapotban éppen a fele a kiindulási gázelegynek, s benne a CO₂ és O₂

tömegének aránya 11:2,4.

Határozza meg a kiindulási gázelegy térfogatszázalékos összetételét!

Ötödik kategória (II.b) vegyipari szakközépiskolások

Elméleti feladatok

247., 250., 311. feladatból a), b), d) és e) kérdések, 738., 481., 498., 1314. és 884. (az e) választ meg is kell indokolni).

Számítási feladatok

1. feladat: 518. számú, 2. feladat: 662. számú, 3. feladat: 1440. számú, 4. feladat: megegyezik a II.b kategória negyedik feladatával.

Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny I. fordulója, 1992. február 5.

A versenyre kijelölt feladatok szövege a 81316. számú Összefoglaló feladatgyűjtemény kémiából című kiadványban található meg.

Harmadik (III.) kategória

Elméleti feladatok

Az 5. feladatból a 3. kérdés, a 3. feladatból az 5., 6., és 7. kérdés, 109., 247., a 311. feladatból a), b), d) és e) kérdések, 462., 738., 884. (az e) választ meg kell indokolni).

Számítási feladatok

1. 364. számú, 2. 332. számú, 3. 513. számú
4. feladat: Adott gázelegy CO-ot, CO₂-ot és O₂-t tartalmaz. Ha ebből a gázelegyből 5 dm³-t veszünk és elektromos szikrával reakciót indítunk el benne, akkor a CO

elég CO₂-dá, s a reakció utáni gázelegy térfogata 4 dm³ (a kiindulási gázeleggyel megegyező hőmérsékleten és nyomáson), valamint ennek az égésterméknek a H₂ gázra vonatkoztatott sűrűsége 20,5.

a) Tartalmaz-e az égéstermék CO₂-on kívül O₂-t is?

b) Hány dm³-t tartalmaz az egyes gázokból a kiindulási gázelegy?

c) Hogyan aránylik egymáshoz a CO, a CO₂ és az O₂ molekulák száma a kiindulási gázelegyben?

I. Anyagszerkezet

1. Az alábbiakban A, B, C, D, E és F betűkhöz egy-egy alapállapotú atom elektron-szerkezetét írtuk fel:

A [Ar] 4s¹

B [Kr] 4d¹⁰5s¹

C [Ar] 4s²

D 1s²2s¹

E 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d¹⁰

4s²4p⁶4d¹⁰5s²5p⁶

F [He] 2s²2p⁴

A következőkben felsorolt állítások elé a ki-pontozott részre írd le a megfelelő **atom** vagy **atomok** betűjelét!

- A legtöbb párosítatlan elektronja van.
..... d-mezőbeli elem atomja.
..... Legkisebb az ionizációs energiája.
..... Magtöltése +3.
..... Oxigénnel alkotott vegyületében az ionok aránya 1:1.
..... Halmazállapota adott hőmérsékleten molekulárcsot alkot.
2. Ebben a feladatban a táblázat kitöltését kell folytatnod. A megadott információk alapján válaszd ki a következő vegyületek közül azokat, amelyeknek a táblázatban helyük van!



Képlete					
Kötések a molekulában				3 szigma	
Molekula alakja			lineáris		V-alak
Molekula polaritása		kissé poláris			
Szilárd halmazban összetartó erő	diszperziós			H-kötés	
Halmazállapot (25°C, 0,1MPa)			folyadék		gáz
Vízben	nem oldódik				

II. Általános kémia

1. Egy adott szilárd anyag vízben való oldódásakor a következőt mérjük: a víz hőmérséklete 20°C, az oldaté 24°C.

Milyen előjelű a szilárd anyag oldáshője?
Exoterm, vagy endoterm oldásról van-e szó?
Magyarázd meg a jelenséget!

2. A CO_2 oldhatósága 100 gramm vízben a következő:

0°C	20°C	40°C	60°C
0,335 g	0,169 g	0,097 g	0,058 g

Milyen tendenciát fejeznek ki az adatok?
Milyen előjelű lehet a CO oldáshője, és mivel támasztod alá megállapításodat?
Hogyan célszerű szódavízet készíteni adott térfogatú vízből és adott számú szén-savpatronból úgy, hogy minél több CO_2 -ot tartalmazzon?

3. Ha telített NaCl -oldathoz tömény sósavat öntünk NaCl kristályok válnak ki belőle. Ugyanezt tapasztaljuk, ha a telített oldathoz tömény NaOH -oldatot adunk.

Mivel tudod megmagyarázni a jelenséget?

4. NaOH -oldat savakkal történő közömbösí-

tése exoterm folyamat ($Q = -56 \text{ kJ/mol}$).
Ha 1 mol NaOH -ot tartalmazó oldatot 1 mol sósavval közömbösítünk, ugyanannyi hő szabadul fel, mintha 1 mol NaOH -ot kénsav-oldattal közömbösítünk.

Írd fel a reakcióegyenleteket (ionosan is)!
Az egyenletek alapján mutasd be, hogy miért igaz az előbbieken közölt állítás!

5. Vízszintesen elhelyezett szélesebb üvegcső két végébe vattát helyezünk. Az egyiket tömény NH_3 -oldattal, a másikat tömény sósavval nedvesítettük meg előtte. Az üvegcsőben fehér füst, NH_4Cl jelenik meg.

Jelöld a rajzon, hogy melyik oldalon van a sósavas, és melyiken az ammóniás vatta!
A választ meg is kell indokolnod!

6. Reakciókat sorolunk fel:



Mely reakciókra írható fel a $v = k[A]^2$ sebesség összefüggés?

Milyen molekulák írhatók A helyére?

III. Szerves kémia

1. Ebben a feladatban két vegyülettel: a butánsavval és az etanollal kapcsolatos állítások szerepelnek. Írj a kipontozott részre

A-t, ha az állítás csak a **butánsavra** igaz

B-t, ha az állítás csak az **etanolra** igaz

C-t, ha az állítás **mindkét** vegyületre igaz

D-t, ha az állítás **egyik vegyületre sem** igaz!

..... Vizes oldata savas kémhatású.

..... Káliummal reakcióba lép.

..... Hidrogénkötést tud létesíteni.

..... Mutatja az ezüstitűkötő reakciót.

..... Gőzei meggyújthatók.

..... Kellemes szagú folyadék.

..... Észterképzésben részt vehet.

..... Összegképlete: $C_3H_6O_2$.

..... Aldehiddé oxidálható.

..... Étert lehet előállítani belőle.

2. A következőkben két-két anygot kell megkülönböztetni egymástól. Írd le azt a **leg-egyszerűbb módszert**, amit megkülönböztetésükre használnál! A választást indokold meg!

a) Szén-tetrakloridot és benzolt

b) Szén-monoxidot és propánt

c) Etanolt és dietil-étert

d) Metanolt és etánt

e) Hangyasavat és ecetsavat

Tisztelt Kémia tanárok!

Hamarosan megjelenik

Kecskés Andrásné dr.

Tudásszintmérő feladatlapok Kémia 7-8. osztály

Az általános iskola 7-8. osztályos kémia tananyag számonkéréséhez próbálunk segítséget nyújtani. A feladatlapok azonos nehézségi fokú A és B változatban készülnek.

Ára 30,- Ft /változat /osztály

Tudásszintmérő feladatlapokra csak iskolai pecséttel és két aláírással ellátott megrendeléseket teljesítünk.

MOZAIK OKTATÁSI STÚDIÓ

Érettségizetők!

Felvételizetők!

1993. februárban megjelenik az

Érettségi-felvételi feladatok kémiaiából

1989-1992

c. kiadványunk.

A kötet tartalmazza az 1989-1992 közötti írásbeli érettségi és felvételi feladatokat és azok megoldásait.

MOZAIK OKTATÁSI STÚDIÓ

Dr. Rózsahegyi Márta - Dr. Wajand Judit

Kémiai „bűvészkedés”

A komoly munka mellett minden tanévben adódik néhány olyan rendkívüli alkalom (pl. iskolanap, téli szünet előtti utolsó óra, április 1., stb.), amikor valami mást, valami látványos, ötletes, „szípkázó” bemutatót kellene csinálni. Ez esetben kivételesen nem baj, ha nem tudunk mindent precízen megmagyarázni. Ilyenkor fő célunk lehet a látvány, a „bűvészkedés”. Könnyen előfordulhat, hogy ezzel sikerül az addig közömbös, passzív tanuló érdeklődését is felkeltenünk. Bízunk abban, hogy az alább javasolt kísérletekkel eléri ezeket a célkitűzéseket.

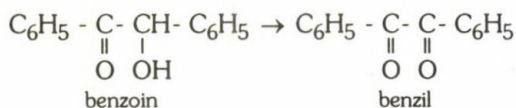
1. Egy színváltó folyadék

Mérjünk le táramérlegen 2 g kálium-hidroxidot, majd oldjuk fel 4 cm³ kiforralt és lehűtött desztillált vízben. Mérjünk le 0,8 g benzoint 100 cm³ metanolban. Mindkét oldat szintelen. Ha a káliumhidroxid-oldatot a metanolos oldathoz öntjük, akkor néhány másodperc alatt a szintelen oldat halvány lila színű lesz.

Öntsük ezt az oldatot egy tiszta, üres pohárba! Az oldat színe öntés közben szalmasárgára változik, majd állás közben rövid idő alatt visszanyeri a lila színt. Újabb átöntéskor ismét sárga lesz. Az átöntéskor vagy erőlyes rázásakor bekövetkező színváltozás mintegy 30 percig megfigyelhető.

Magyarázat:

A benzoin a két fenilgyök mellett oxo- és oxocsoportot is tartalmaz, ezért erősen lúgos közegben a levegő oxigénje hatására benzillé oxidálódik:



A benzil is szintelen vegyület, de a benzoinnal színes komplexet képez. Ez a komplex oxidációra nagyon érzékeny, ezért amikor átöntjük az oldatot, a levegő oxigénjének hatására elbomlik, majd nyugalmi állapotban ismét kialakul.

2. Aldehydóra

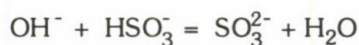
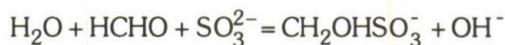
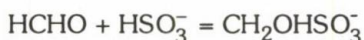
3 cm³ tömény formalinoldatot elegyítsünk 97 cm³ desztillált vízzel, így 0,3 mol/dm³ koncentrációjú oldatot kapunk.

Mérjünk le táramérlegen 2 g nátrium-hidrogén-szulfidot (vagy a borászati szaküzletekben kapható metabiszulfidot) és 0,6 g nátrium-szulfidot és oldjuk fel a két sót 100 cm³ desztillált vízben.

Állítsunk sorba 4 db látszólag üres 100 cm³-es főzőpoharat, amelyek közül az elsőben 4-5 csepp fenoltaleinoldat, a másodikban timoltaleinoldat, a harmadikban m-nitro-fenololdat, az utolsóban 2 csepp m-nitro-fenol és 3 csepp timoltaleinoldat van. Öntsünk sorba a poharakba 20-20 cm³ formaldehyd és 20-20 cm³ hidrogén-szulfidot és szulfidot tartalmazó oldatot. Néhány másodperc múlva az első pohárban a szintelen oldat lilára, a másodikban kékre, a harmadikban sárgára, a negyedikben zöldre változik.

Magyarázat:

A poharakban a következő reakciók mennek végbe:



Az első reakció viszonylag lassú, a harmadik viszont pillanatszerű. Ezért az OH^- -ionok koncentrációja csak akkor nő meg, ha a hidrogén-szulfid-ionok elfogynak a rendszerből. Ekkor a különböző poharakban lévő indikátorok hirtelen színváltozással jelzik a lúgos kémhatást.

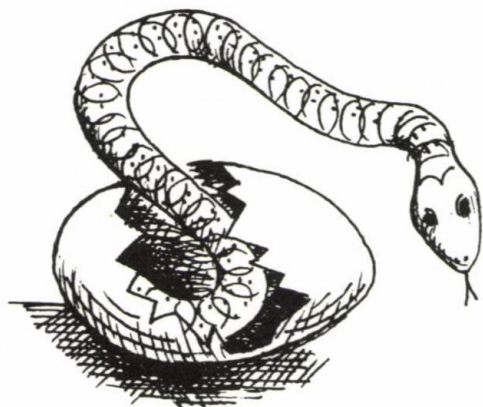
3. Fáraó „kígyója”

Készítsünk 100 cm^3 hidegen telített higany(II)-nitrát-oldatot.

Másik főzőpohárban készítsünk kb. 100 cm^3 10 tömeg%-os kálium-tiocianát-oldatot. Állandó gyors keverés mellett csöpögtetve adagoljuk a kálium-tiocianát-oldatot a másik oldathoz. Rövid idő múlva fehér csapadék kezd leválni. Mindaddig folytassuk az adagolást, amíg a becseppentéskor csapadék leválását észleljük.

A kapott csapadékot szűrjük le szívópalack segítségével, mossuk 2-3 adag hideg vízzel, majd a még nedves anyagból - gumikesztyűben - formáljunk babszem nagyságú tojásokat. Hagyjuk száradni 1-2 napig, majd tegyük el csiszold dugós üvegbe.

A száraz „tojást” tegyük azbesztes dróthálóra, melegítsük égő hurkapálcával. Amikor a „kígyó kezd kikelni”, szüntessük meg a melegítést. A tojás méretétől függően 40-50 cm hosszú, tekerdő, kívül sárga, belül fekete „kígyót” kapunk.



Magyarázat:

A két sóoldat reakciójakor vízben rosszul oldódó higany(II)-tiocianát válik ki, amely hő hatására könnyen elbomlik. Az egyik bomlás-termék a higany(II)-szulfid, ez a fekete anyag látható a kígyó belsejében. Az illékony bomlás-termékek okozzák a térfogatnövekedést.

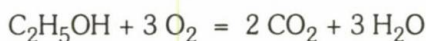
4. Fekete „kígyó” születése

Az előbbinél kevésbé látványos, viszont kevesebb munkával, hétköznapi anyagokkal elvégezhető ez a kísérlet.

Keverjünk össze 0,2 g nátrium-hidrogén-karbonátot (szódabikarbóna) és 1 g porcukrot. Szórjunk egy azbesztes drótháló közepére homokot, melynek közepére csináljunk bemélyedést, szórjuk ide a porkeveréket. Locsoljuk meg a homokot kevés alkohollal, majd gyűjtjük azt meg gyújtópálca segítségével. Rövid idő múlva a fehér porból barnásfekete „kígyók” (vagy sokfejű sárkány) bújnak ki, amelyek különböző magasságúra és vastagságúra nőnek.

Magyarázat:

Az etil-alkohol égésekor hő szabadul fel:



$$\Delta_r H = -1365 \text{ kJ/mol}$$

A hő hatására a nátrium-hidrogén-karbonát elbomlik:



A cukor elszenesedik a hő hatására, a képződő szén-dioxid-gáz pedig felpuffasztja a megfeketedett anyagot.

5. Kis „tűzhányó”

Azbesztes drótháló közepére helyezzünk 2-3 kanálnyi ammónium-dikarbonátot. (Az azbesztlapot célszerű nagyobb méretű tálcára tenni.) Melegítsük a narancssárga, kristályos anyagot gázégővel vagy gyújtópálcával addig, amíg szikrázás közben sötétzöld laza „per-

nyét" kezd szórni a „vulkán”. A folyamat exoterm, ezért a továbbiakban már melegítés nélkül is hevesen megy végbe a bomlás. A képződő anyag, a dikróm-trioxid katalizátor hatására elégethető például a glicerin, a cukor, az ammónia, stb.

Magyarázat:

Ez a reakció érdekes példa arra, hogy egy molekulán belül van az oxidálódó és a redukáló anyag:



A nitrogén oxidációs száma -3-ról 0-ra változik, vagyis oxidálódik, a krómatomé pedig +7-ről -3-ra csökken, tehát redukálódik. A sötétzöld dikróm-trioxidot a képződő nitrogén-gáz szétfújja.

6. Egy ellobbanó anyag

Készítsünk peroxi-acetont a következőképpen: töltsünk egy kémcsőbe 4 cm³ acetont és 4 cm³ 30 tömeg%-os hidrogén-peroxidot, adjunk hozzá 3-4 csepp cc. sósavat. Állítsuk a kémcsövet kb. 40°C-os vízfürdőbe. 15-20 perc múlva fehér, pelyhes csapadék kezd kiválni. Időnként rázogassuk meg a kémcső tartalmát. Mintegy két óra alatt a folyadék szinte teljesen megtelik csapadékkal. Szűrjük le a csapadékot, mossuk ki desztillált vízzel, itassuk le a szűrőpapírral, tegyük félre száradni másnapig.

Figyelem! Az anyag erősen **tűzveszélyes, zárt térben hevítve veszélyes robbanószer**, ezért nagyon gondosan kezeljük!

A száraz, kristályos anyagból tegyünk félkanálnyit egy papírlap közepére, érintsük meg égő gyújtópálcával. Azt tapasztaljuk, hogy az anyag igen hirtelen ellobban, a papír meg sem pörkölődik.

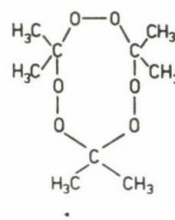
A vegyület szublimál, ezért jól záró edényben és csak rövid ideig tárolhatjuk.

Magyarázat:

A peroxi-aceton vagy szabályos nevén 2-2 dihidro-peroxid-propán, mint a peroxidok álta-

lánban, instabil vegyület, hő hatására gyorsan elbomlik. A relatív oxigéntartalma olyan nagy, hogy külső oxigén nélkül is hevesen ég, égésekor gázhalmazállapotú anyagok is képződnek, ezért veszélyes robbanószer.

Hidrogénionok jelenlétében a vegyület kb. 90 %-ban ciklizálódik, az így kialakuló vegyület képlete a következő:



7. Füstbomba

Egy kémcsövet fogjunk állványba, szórjunk bele kb. 2 g benzoi-peroxidot. Ha lehet, elszívó fülkébe állítsuk a kémcsövet, ha nem, akkor szellőztetni kell a kísérlet bemutatása után. Csöpögtessünk 2-3 csepp anilint a kémcsőbe. Mintegy 10-15 másodperc múlva hirtelen fehér, gomba alakú füst lő ki az edényből.

Bonyolult, hirtelen felgyorsuló oxidációs reakciósor eredményezi a füstöt. A benzoi-peroxid erőlyes oxidálószer.

A cikkben bemutatott kísérletek többsége látható a „Látványos kémiai kísérletek I.” c. videokazettán. Jó néhány további érdekes, színes kísérlet található az alábbi könyvekben:

- [1] Rózsahegy - Wajand: 575 kísérlet a kémia tanításához, (Tankönyvkiadó, Budapest, 1991.)
- [2] Rózsahegy - Wajand: Gyere, gyere, gyere játszani! (Gondolat Könyvkiadó, Budapest, megjelenés alatt).

Dr. Wajand Judit - Gertner Hajnalka

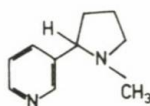
„Ront, vagy javít, de nem henyél”...

Mérgek, gyógyszerek, egyebek

A Magyar Értelmező Kéziszótár szerint a kémia jelentése: vegytan, az anyagok belső szerkezetével, minőségi átalakulásaival foglalkozó tudomány. Az emberek többségének a kémia érthetetlen képletek gyűjteményét, fehérköpenyes, lombikokat rázogató vegyészeket jelent, esetleg távoli (sokuk számára feleslegesnek tűnő) iskolai kémia órák emlékét idézi. Pedig a kémiai anyagok (elemek, vegyületek) és a közöttük lejátszódó reakciók mindennapi életünk részei, így kellemes és kellemetlen perceinkért egyaránt felelősek.

Sokan és sokat dohányoznak ismert egészségkárosító hatása ellenére. A dohánylevelek különböző fehérjéket és nikotint tartalmaznak. A nikotin a dohányban előforduló alkaloidok - növényi eredetű nitrigént tartalmazó, erős élet-tani hatású, gyakran mérgező vegyületek - mintegy 75 %-át teszi ki.

α - piridil - β - N - pirrolidin, képlete:



Szintelen, levegőn megbarnuló folyadék, amely erős méreg, kb. 30 mg-ja halálos. Igen kis mennyiségben élénkítően is hat. Ezért válhat a dohányzás szenvedéllyé. Egyes kutatók szerint a nikotin függőség szempontjából a kokainhoz és a heroinhoz hasonlít, ezért a dohányzás ügyét ugyanolyan figyelemmel kell kísérni, mint a kábítószereket. A dohányzással a szervezetbe jutó nikotin azért tűnik veszélytelenebbnek, mert nem azonnal öl, a bajok csak később jelentkeznek. A beszívott nikotin 7-10 másodperc alatt éri el az agyat, feleannyi idő alatt, mint a visszerbe fecskendezett kábítószer és harmadannyi idő alatt, mint az alkohol. Nemcsak élénkítő, hanem ernyesztő hatása is

van, akárcsak a kábítószeres többségének. Az élénkítő hatás a gyorsabb, de csakhamar megmutatkoznak a tompító hatások is. Csökken az izmok feszülése, tompul az agyműködés.

A különféle hatások bizonytalan egyensúlyban vannak egymással, ez a dohányost a nikotin állandó pótlására készíti. A függőség hamar kialakul, a dohányzásról nehéz leszokni. Volt kábítószeresek állítják, hogy a dohányzásról nehezebben szoktak le, mint a heroinról. A dohányzás egészségkárosító és környezet-szennyező hatásának elkerülésére az Amerikai Egyesült Államokban egy olyan eljárást fejlesztettek ki, amellyel kioldható a dohánylevelek fehérjetartalma. A kivonat számos értékes fehérje mellett melléktermékként nikotint tartalmazó oldatot nyernek, ami rovarölőszeres alapanyagaként jól hasznosítható. A kezelt dohánylevél megmaradó rostos részeiből továbbra is készíthető dohány, amely kis nikotintartalmú és környezetkímélő, mivel elszívásakor nem képződnek azok a vegyületek (nitrogén, oxigén, cianidok és különféle rákkeltő anyagok), amelyek a fehérjék elégetésekor keletkeznek. A dohányfüst nikotintartalmát egyszerű kísérlettel mutathatjuk ki.

Dohányfüst nikotintartalmának kimutatása

Szükséges anyagok: cigaretta, higany(II)-klorid, kálium-jodid, desztillált víz, gyufa;

Eszközök: vegyszeres kanál, mérőhenger, főzőpoharak, gáz, mosópalac, gumicső, vízlég-szivattyú

Végrehajtás:

Készítsünk 1 tömeg%-os higany(II)-klorid-oldatot és 8 tömeg%-os kálium-jodid-oldatot. A két oldatból azonos térfogatokat elegyítve kálium-tetrajodomerkurát-oldatot kapunk. Ebből az oldatból öntsünk annyit a gázmosópalackba, hogy a folyadékréteg magassága kb. 3 cm legyen. Gumicső segítségével erősítsük a cigaretta a mosópalack hosszabb csövére, a rövidebbet pedig kapcsoljuk a vízlégszivattyúhoz. Gyűjtsük meg a cigaretta, majd lassú ütemben szívassunk át levegőt az oldaton. A cigarettafüst átbuborékol az oldaton, miközben sárgásfehér csapadék válik ki.

Magyarázat:

A kálium-tetrajodo-merkurát $K_2(HgI_4)$ az alkaloidok többségével vízben oldhatatlan vegyületet képez.

Ha kellőképpen elborzadtunk a nikotin, mint vegyület egészségszomboló hatásától, akkor foglalkozunk egy olyan vegyületcsoporttal, amelynek tagjai segítenek a betegségek megelőzésében, gyógyításában. Ezek a vitaminok.

A vitamin elnevezés Funk nevéhez fűződik, aki 1912-ben elsőként izolálta a B_1 -vitamint.

Vizsgálatai során nitrogéntartalmú bázisnak, (aminnak) találta, így a vita (élet) és az amin szavak összevonásával vitaminnak nevezte el.

Ma vitaminoknak nevezzük mindazon természetes szénvegyületeket - függetlenül attól, hogy tartalmaznak-e nitrogént - amelyekre kis mennyiségben az embereknek és az állatoknak egyaránt szükségük van egészségük fenntartásához. Ha valamelyik vitamint tápanyagaink hiányosabb ideig nem tartalmazza, hiánybetegség lép fel. Pl. az A-vitamin hiánya farkasvakságot, a D-vitaminé angolkórt, a B_1 -vitaminé beri-beri-t okoz, a skorbut kialakulása pedig a C-vitamin hiányának következménye.

A C-vitamint Szent-Györgyi Albert magyar tudós állította elő először tiszta, kristályos állapotban, 1928-ban, narancsból, citromból, ká-

posztából és mellékveséből. Először hexuronsavnak nevezte el, mivel hat szénatomot tartalmaz (hasonlóan a cukrokhoz) és savas kémhatású. 1932-ben a hexuronsavat azonosította a C-vitaminnal és a hexuronsav elnevezés helyett az aszkorbinsavat javasolta, mivel ez a név egyaránt utal a vegyület skorbut elleni hatására és savas jellegére. Ha vérünk C-vitamin tartalma nem megfelelő, nem tudja megakadályozni a véráramban végbemenő káros hatású fehérje és zsíroxidációkat. Ezek okozhatnak betegségeket, pl. agyvérzést, de kapcsolatban vannak az öregedéssel is. Káros oxidáló anyagok vannak tápanyagainkban, környezetünkben pl. a gépkocsik kipufogógázaiban vagy a dohányfüstben. Ha a vérben megfelelő mennyiségű C-vitamin van, elsősorban ez oxidálódik, s csak teljes oxidációja után hat az oxidáló anyag a fehérjékre, zsírokra. Így C-vitaminnal a dohányzás káros hatása is csökkenthető. Napi 150 mg C-vitamin elfogyasztása elegendő védelmet nyújt. Az orvosok által ajánlott mennyiség ennek körülbelül a fele, ők azonban nem vették figyelembe oxidációgátló szerepét, csak skorbut elleni hatóanyagként tekintették. C-vitamin főleg friss gyümölcsökben, zöldségekben található. Kimutatása és mennyiségi meghatározása iskolai körülmények között is lehetséges.

C-vitamin kimutatása

Szükséges anyagok: friss citromlé, C-vitamin tabletta, KI-os jódoldat, 1 tömeg%-os keményítő oldat, metil-narancs indikátor, 0,01 mol/dm³ koncentrációjú KBrO₃-oldat, koncentrált sósavoldat, desztillált víz.

Eszközök: 3 db kémcső, kémcsőfogó, Bunsen-égő, szemcseppentő, 10 cm³-es mérőhenger, dörzsmozsár.

Végrehajtás:

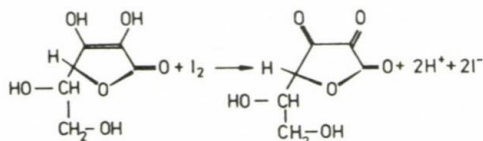
a) Tegyük egy kémcsőbe 2 cm³ citromlevet (vagy vízben feloldott C-vitamin tablettát), öntsünk hozzá 1 cm³ keményítő oldatot, majd

csepegtessünk hozzá KJ-os jóddoldatot. Becseppentéskor az oldat kékre színeződik, majd a színeződés eltűnik és csak nagyobb mennyiségű vizsgálóoldat hozzáadása után marad meg.

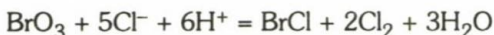
b) Tegyük a másik kémcsőbe 5 cm³ citromlevet, öntsünk hozzá 5 cm³ koncentrált sósavoldatot és 4-5 csepp metil-narancs indikátort. Az így kapott piros oldatot melegítsük fel, 40-50°C-ra, majd addig csepegtessünk hozzá KBrO₃-oldatot, amíg színváltozást nem tapasztalunk. Kálium-bromát-oldat hozzáadására a piros oldat elhalványodik, majd elszíntelenedik.

Magyarázat:

Az a) kísérletben a jód oxidálja a C-vitamint, miközben jodid-ionná redukálódik. A jód-keményítő okozta kék színeződés, ezért csak akkor jelenik meg, amikor az aszkorbinsav már teljes egészében oxidálódott.



A b) kísérletben a jód szerepét a KBrO₃ és a sósav reakciójakor keletkező BrCl (bróm-klór) és Cl₂ veszi át, ezek oxidálják az aszkorbinsavat



Égészségünk megőrzésére, a betegségek gyógyítására tehát különböző vegyületek (gyógyszerek) alkalmasak. Ugyanezen vegyületek azonban mindennapi életünk más területein is jelentőséggel bírnak. Például az ízületi gyulladások gyógyítására alkalmas Scutamil-C tabletta hatóanyagának lúgos hidrolízisével fotóelőhívó állítható elő.

Előhívóanyag előállítás gyógyszerből:

Szükséges anyagok: 2 db Scutamil-C tabletta, 5 mol/cm³ koncentrációjú nátrium-hid-

roxid-oldat, desztillált víz.

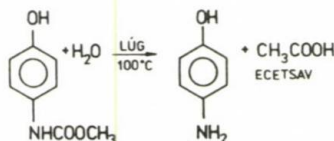
Eszközök: 3 db kémcső, dörzsmozsár, csipesz, 10 cm³-es mérőhenger, 100°C-os vízfürdő, 2 db üvegbot, fotópapír.

Végrehajtás

A tablettákról desztillált vízben áztassuk le a kék festékanyagot, majd dörzsmozsárban porítsuk el. A kapott port osszuk el egyenlően két kémcsőben. Adjunk mindegyikhez 5 cm³ desztillált vizet és 5 cm³ nátrium-hidroxid-oldatot. Az egyik kémcsőben lévő anyag lesz a kontrollanyag, míg a másikat melegítsük körülbelül 5 percig a vízfürdőn. Ez alatt az idő alatt rázogassuk mindkét kémcsövet, amíg a tabletták feloldódnak. Amikor a melegített kémcső felső részén egy sötét vörösbarna sáv jelenik meg, vegyük ki a vízfürdőből, hagyjuk kihűlni, majd tegyük üvegbottal pár cseppet mindkét kémcső tartalmából egy exponált (megvilágított) fotópapírra. A melegített kémcsőből származó oldat hatására az exponált papíron pár másodperc alatt sötét folt jelenik meg, míg a kontrollkémcső tartalma csak igen csekély változást eredményez a fotópapíron.

Magyarázat:

A Scutamil-C tabletta p-acetamidofenolt tartalmaz. A p-acetamidofenol lúgos közegben, melegítés hatására p-aminofenolra hidrolizál, ami a fotósok körében ismert előhívóanyag.



Megjegyzés: a fotópapírt fixir- vagy ecetsavoldatba téve a kép megőrizhető.

Reméljük a számtalanból kiragadott néhány példánkkal sikerült meggyőzni, vagy legalábbis elgondolkoztatni azokat, akik a kémiát elvont tudománynak, s nem életünk szerves részének tekintik.

Irodalomjegyzék:

- [1] Furka Árpád: Szerves kémia, Tankönyvkiadó, Bp., 1988.
- [2] Rózsahegyí Márta - Wajand Judit: 575 kísérlet a kémia tanításához. Tankönyvkiadó, Bp., 1991.
- [3] Pfeiffer Ádám: Kémiai gyakorlatok az élő szervezet anyagaival OPI. Bp., 1987.
- [4] Otis Rothenberger - Roger Bunting - T. Newton: Demonstrating Organic Synthesis with Familiar Materials. J. of Chem. Ed. 1991.6. 502-503.o.
- [5] A Természet Világa c. folyóirat 1990-91-es évfolyamának számai
- [6] Az Élet és Tudomány 1990-91-es számai
- [7] Magyar értelmező kéziszótár, Akadémiai Kiadó, Bp., 1980.
- [8] Balázs Lóránd-Hronszky Imre-Sain Márton: Kémiatörténeti ABC. Tankönyvkiadó, Bp.

Pálvölgyi Imre

Periódusos rendszerek

Az emberi gondolkodás természetében van, hogy ismereteinek halmazát rendezni akarja.

A múlt század elejétől - Dalton munkássága nyomán - megkezdődtek a kémikusok kísérletei arra, hogy valamilyen rendet teremtsenek az elemek látszólag kaotikus sokaságában.

Ennek a rendszerező munkának néhány állomását mutatják be a közreadott táblázatok. Némelyik periódusos rendszernek kémiatörténeti jelentősége vitathatatlan, de vannak szép számmal köztük olyanok is, amelyek csupán az „érdekessegek” kategóriájába tartoznak.

Mengyelejev 124 éve felállított táblázata (és az azt megelőző, majd az azt követő rendszerezések) a kémia tudományában, de főleg a kémiaoktatásban igen jelentősek. Az elrejtett, megsejtett és végül megmagyarázott összefüggések egy nagyon fontos természeti törvény - a periódusos törvény - felismeréséhez vezettek.

DÖBEREINER TRIÁDJAI (1829)

„PERIÓDUSOS RENDSZER TÖRTÉNETE” C. SZOROZAT I. II.

Elem	a 1,2,3	d	Elem	a 1,2,3	d	Elem	a 1,2,3	d	Elem	a 1,2,3	d
Li	7		Ca	40		S	32		Cl	35	
		16			48			47			45
Na	23		Sr	88		Se	79		Br	80	
		16			49			48			47
K	39		Ba	137		Te	127		J	127	

a: atomsúlyok; 1,2,3: indexek (atomsúlyok növekedési sorrendje a triádon belül); d: különbség

$$\frac{a_1 + a_3}{2} \approx a_2$$

$$a_3 - a_2 \approx a_2 - a_1 \approx 16, \text{ illetve } \approx 3 \cdot 16 - 48$$

ODLING TÁBLÁZATA (1865)

PERIÓDUSOS RENDSZER TÖRTÉNETE² c. szerző: N. 52

I	7	Na	23	—	Ag	108	—		
G	9	Mg	24	Zn	65	Cd	112		
B	11	Al	27	—	—	Hg	200		
C	12	Si	28	—	Sn	118	Tl	203	
N	14	P	31	As	75	Sb	122	Pb	207
O	16	S	32	Se	79	Te	129	Bi	210
F	19	Cl	35	Br	80	J	127	—	—
		K	39	Rb	85	Cs	133		
		Ca	40	Sr	88	Ba	137		
		Ti	48	Zr	90	—			
		Cr	53	—		V	138		Th 231
		Mn	55						

Wichtig absteigend mit steigender L., G. - Be.

MENDELEJEV HOSSZÚ PERIÓDUSOS RENDSZERE (1871)

PERIODUSOS RENDSZER TÖRTÉNETE* c. sorozat VIII. sz.

A rendszer az akkor ismert 63 elemet tartalmazza.

[illegible]

Dr. Adamkovich István

A kémiatanárok képzése és továbbképzése az USA-ban

Közismert, hogy a magyar és az amerikai (USA) pedagógiai szakkifejezések sokban eltérnek egymástól. Ez természetesen a különböző oktatási rendszerekből is következik. Így a fordításkor nem a szó szerinti hűségre törekedtünk, hanem inkább az „érthetőséget” tartottuk szem előtt.

Az Amerikai Kémiai Társaság (ACS) Nevelési Bizottsága 1989-ben megjelentetett egy kiadványt, amelyben ajánlásokat találhatunk a kémiatanárok képzéséhez. Az alábbiakban kivonatolva ismertetett „követelményrendszer” eredetileg is - műfajánál fogva - tömör és vázlatos. Így az olvasó részére elég nagy képzelőerőre van szükség, hogy ennek alapján az amerikai kémiatanárok képzéséről kialakuljon egy reális, hiteles összkép. Ennek ellenére publikusnak ítéltük meg a kiadvány rövidített formában történő közlését.

Érdemes megszívlelni, hogy az USA-ban mennyire komplex módon, mindenre kiterjedő figyelemmel, de azért összefogottan, finoman szabályozottan kezelik a képzést és továbbképzést. A középfokú oktatásban is nagy hangsúlyt kap a „laboratórium-központú” oktatás. A tanárok sok szállal kapcsolódnak a társadalmi, a tudományos és az oktatási „környezethez”. A folyamatos képzés, önképzés csatornáit nyitották, és csak a tanárok belső motiváltságát kell fokozni, hogy a gazdag lehetőségeket ki is használják.

A magyar tanárképzés - és ezen belül a kémiatanárképzés (... ki tudja hanyadszor...) reformok előtt áll, s így a nemzetközi tapasztalatok, kitekintések hasznosak lehetnek, már csak azért is, hogy a magyar tanárképzést értékén becsüljük.

Elvárások és ajánlások a kémiatanárok képzéséhez

Az itt lefektetett irányelvek nem részletes előírások. Ezeket nagyon körültekintően kell figyelembe venni, és a változatos helyi körülményekhez kell igazítani.

A kémiatanár alapos tárgyi tudással rendelkezzen, munkáját lelkesedéssel, hatékonyan, biztonságosan végezze, valamint legyen képes az olyan kémiai oktatási programok megvalósítására, amelyben a laboratóriumi munka hangsúlyos.

A tanítás során mutassa be és értelmezze a kémia tudományt, szakszerű válaszokat adjon a felmerülő kérdésekre, használja ki a rendelkezésére álló lehetőségeket is folyamatos szakmai önképzésére.

A középiskolai kémiatanároknak felsőfokú, tudományos képesítéssel kell rendelkezniük.

A képzés feltételei (ACS ajánlások):

Kémia szakos tanárok képzése (fő szakja a kémia):

- 28 órás alapképzés szemeszterenként (összesen kb. 7 szemeszter). Ebben a következő kurzusok találhatók: elemi szervetlen kémia, elemi analitikai kémia, műszeres analitika, szerves kémia (beleértve a biokémiát is), fizikai kémia alapjai (termo-

dinamika, kémiai egyensúlyok, bevezetés a kvantum- és statisztikus mechanikába, spektroszkópia). Ez fizikai kémiát és legalább 300 órás laboratóriumi gyakorlatot (konzultációt) foglal magában.

- Az alapképzést még haladó és kiegészítő kurzusok is segíthetik, de ezek elvégzése már az ACS által ajánlott egyetemi fokozatok elérését biztosítja.
- A nem kémia szakos tanárok képzése (akiknek a kémia nem fő szakjuk, de szükségük van kémiai ismeretekre):
- Általános, szerves, szerves és fizikai kémia kurzusok és a hozzá kapcsolódó laboratóriumi gyakorlatok.
- Az alapkursusok sikeres elvégzését segítő tárgyak: matematika, számítástechnika (computer tudomány), fizika.

A természettudomány szakos tanárok oktatása:

Tanári mesterség (professional education) képzése, kialakítása;

A szakképzés tartalma:

- Általános felkészítés a serdülő korú taulók tanítására.
- Útmutató és gyakorlat a laboratóriumi-központú tudományok (un. kísérletes tudományok) tanításához.
- Stratégiák a folyamatos szakmai fejlődésre.

A hallgatóknak ajánlott még elvégezni egy alapkursust a társadalomtudományok és a humán tudományok köréből is.

Ha a tanárjelöltek a képzés során már eljutottak arra a szintre, hogy képesek saját szakmai fejlődésüket irányítani, és képesek labor-központú programot megvalósítani, akkor a tanárképzés tanterve még a következőket írja elő, illetve javasolja:

- Középiskolában iskolai és tantermi gyakorlat (gyakorló tanítás).
- A laboratóriumi munkavégzés biztonsági rendszabályainak szigorú betartása.

- A kísérletező, demonstrációs képesség, kezűgyesség fejlesztése.
- Útmutatás a laboratóriumi munka szervezéséhez.
- A folyamatos szakmai fejlődés hangsúlyozása.
- Serkentse a kémiai ismeretek és a tanári készségek elsajátítását egyéb módon is.
- Hangsúlyozza a problémamegoldás, a tudományos ismeretek és készségek gyakorlati alkalmazásának a fontosságát különböző hétköznapi helyzetekben.

A kémiai ismeretek, azok alkalmazásai (technológiai és pedagógiai vonatkozásai) gyorsuló ütemben bővülnek, ezért nagyon lényeges, hogy a tanárok továbbképezzék magukat. Számukra matematika, számítástudomány, interdiszciplináris tanfolyamok elvégzése különösen ajánlott.

Javaslatok a kémiatanárok továbbképzésére

A továbbképzés tartalmát, témáját meghatározza:

- a kémiatudomány legújabb felismerései;
- főiskolai, egyetemi karok, tanszékek kutatási eredményei, lehetőségei;
- Állami Nevelési-képzési Ügynökségek elvárásai (State Education Agencies);
- iskolavezetés és szaktanár kapcsolata;
- helyi csoportok (helyi ügynökségek, ipari üzemek, egyesületek, szakértői csoportok, stb.) által kínált lehetőségek és adottságok.

A kémiatanári munka megköveteli a szaktudomány és a pedagógia alapos ismeretét.

A kémiai tantervekbe be kell építeni a laboratóriumi gyakorlatokat. A biztonságos munkához megfelelő technikai felkészültséggel kell rendelkezni a szaktanárnak. Sőt a tudomány rohamos fejlődése elengedhetetlenné teszi az állandó önfejlesztést, továbbképzést. Ennek ismeretében az ACS a következőket javasolja:

- A tanároknak fel kell ismerniük a fo-

- lyamatos tanulás, önképzés jelentőségét;
- Ha nem szakosként nevezték ki, úgy végezze el a kémia szakot;
 - A továbbképzés irányuljon a hagyományos tudományterületekre (fizika, biológia, matematika), de terjedjen ki olyan komplex területekre is, mint pl. környezetvédelem, biokémia, földtudományok, műszeres kémia, számítástudomány;
 - Meg kell ismerniük az alternatív tanítási módszereket (stratégiákat);
 - Tanulmányozni kell az alternatív tanterveket, ezek követelményrendszerét, a kémiatudományhoz és oktatásához kapcsolódó friss publikációkat;
 - Használjanak önértékelő „eszközöket”, tűzzenek ki speciális célokat, készítsenek tervekét folyamatos szakmai fejlődésük érdekében (ezt egyeztessék az iskolavezetéssel, illetve az iskola általános célkitűzéseivel.);
 - Vegyenek részt az ACS és más szervezetek által rendezett kurzusokon (tanfolyamokon), tudományos intézmények, műhelyek munkájában, önképzési programokban, szakmai konferenciákon, iskolák közötti szakmai munkakapcsolatokban;
 - Lehetőség szerint használják fel szakmai horizontjuk szélesítésének érdekében a nyári szünetet is. Dolgozhatnak a vegyiparban, bekapcsolódhatnak ipari kutatásokba, kidolgozhatnak új, az oktatásban használatos demonstrációs kísérleteket;
 - Kísérjék figyelemmel a szaktudomány és a tanítás legújabb eredményeit folyóiratok, szakkönyvek, filmek és számítógépes programok felhasználásával.

Legyen a kémiatanár munkájában aktív:

- Működjön együtt az iskola könyvtárossával, hozzanak létre egy jól szervezett, korszerű kémiai szakkönyvtárat, amely a könyveken, laboratóriumi kézikönyveken, folyóiratokon kívül tartalmazza a tanításhoz szükséges modern multimédiákat is;
- Közreadhat közleményeket, cikkeket az általa kipróbált tanítási módszerekről, stratégiákról;
- Tájékoztassa az iskolavezetést a kémiatanítás tárgyi, anyagi feltételeiről, ezzel kapcsolatban készítsen gazdasági tervet (fenn tartási programot);
- Látogassa a főiskolák és egyetemek által szervezett tanfolyamokat;
- Vegyen részt helyi tudományos előadásokon, konferenciákon. Látogassa a tudományos múzeumokat. Mindezekre diákjainak figyelmét is hívja fel;
- Keresse a kapcsolatot közeli főiskolákkal, egyetemekkel, gyárakkal, kórházakkal, rendőrséggel. Szervezzon ide tanulmányi kirándulást, üzemi és intézetlátogatást;
- Vegyen részt olyan társadalmi, közérdekű programokban, amelyek a kémiához közel állnak (környezetvédelem, energia, kábítószerek ellenes küzdelem);
- Készítsenek együttműködési terveket az iskolák és a kémiai intézetek között.

Irodalom

- [1] Recommendations for the education of chemistry teachers
American Chemical Society (ACS)
Society Committee on Education
Washington, DC, 1989

Dürer Nyomda Kft., Gyula
Felelős vezető: Székely András

Könyvajánlat

Kecskés Andrásné dr.

Jól felkészültem-e ?

Kémiai feladatsorozatok általános iskolásoknak 7. – 8. osztály

A sikeres sorozat újabb köteteiként kiadónk most kémiából jelentet meg feladatgyűjteményt az általános iskola 7-8. osztályos tanulóinak. A cél az előzőekhez hasonlóan most is a tananyag jobb megértéséhez, elsajátításához és a tudás leméréséhez nyújtandó segítség. Ennek kiváló eszközei a sokszínű kérdések, feladatok, problémafelvetések, kísérlet-elemzések gyűjteménye, amelyeknek megoldása biztos alapot jelenthet a középiskolai kémia tanulásához is.

Megjelenik: 1993. szeptember

Rózsabegyi Márta - Wajand Judit

Kémiai zsebkönyv középiskolásoknak

Kémiai fogalmak, szabályok, törvények, képletek és egyenletek

A kiadvány a középiskolai kémiában előforduló fogalmakat, szabályokat, törvényeket, képleteket, reakció-egyenleteket tartalmazza. A kötet végén táblázatokba foglalva megtalálhatjuk a fontosabb adatokat, állandókat, amelyek a feladatok megoldásához elengedhetetlenül szükségesek.

Megjelenik: 1993. március

Rózsabegyi Márta - Wajand Judit

Rendszerező kémia mintapéldákkal, feladatokkal

A könyv tartalmában igazodik a középiskolák kémia tananyagának tematikájához. A szerzők rendezett logikai rendszerbe foglalják a már megismert tényeket, fogalmakat, összefüggéseket. A mű minden egyes fejezete problémafelvetésekkel kezdődik, ezt követi az elméleti összefoglaló, amely megalapozza a gyakorlati alkalmazást. Az elméleti anyag könnyebb elsajátítását szemléletes ábrák, grafikonok segítik. A bemutatott mintapéldákon keresztül segítséget ad a kémiai számítások, feladatok eredményes megoldásához. A kötet további gyakorló feladatokat tartalmaz, melyek megoldása után a záró fejezetben lévő megoldókulcs segítségével a tanuló ellenőrizheti, értékelheti teljesítményét. A feladatok között sok versenyszintű probléma is felvetésre kerül. A kiadvány kitűnő alapja lehet a felvételizők önálló, sikeres felkészülésének, hatékony eszköze a középiskolai kémia rendszerezett feldolgozásának.

1. kiadás

345,- Ft



TARTALOM

GONDOLATOK A KÖZOKTATÁSRÓL ÉS A KÉMIATANÍTÁSRÓL

Dr. Bazsa György egyetemi tanár, KLTE

B, E & T: TUDÓSOK A FELÜLET TUDOMÁNYÁNAK HÁTTERÉBEN

Burton H. Davis tudományos igazgató, Kentucky Egyetem Alkalmazott Energiái Kutatóközpont
Halász János egyetemi docens, JATE

FEJTÖRŐK, KÍSÉRLETEK KÉMIÁBÓL

Babitsné Buza Ágnes tanár Budapest
Dr. Stankovics Éva tanár, Budapest

ERŐSEBB ALAPOZÁST A KÉMIÁNAK

Varga Attila főiskolai adjunktus
Esterházy Károly Tanárképző Főiskola

LÁTVÁNYOS KÍSÉRLETEK VIDEOKAZETTÁN

Fürstné dr. Kólyi Erzsébet,
vezető szaktanácsadó, Fővárosi Ped. Int.

MÁSODDIPLOMÁT NYÚJTÓ POSZTGRADUÁLIS KÖRNYEZETVÉDŐ SZAKOSÍTÓ KÉPZÉS

Dr. Burger Kálmán
egyetemi tanár, JATE, az MTA levelező tagja

A LAKMUSZ-INDIKÁLÁSTÓL AZ ÁTFOGÓ ÉRVÉNYŰ USZANOVICS-FÉLE SAV-BÁZIS ELMÉLETIG I. RÉSZ

Pálvölgyi Imre
nyugalmazott középiskolai tanár

A nemzeti alaptanterv kémiai komponensének kialakításakor ezeket a szempontokat vettük alapul. Nagy szemléleti kihívás és nehéz didaktikai feladat, hogy ennek alapján olyan közoktatási kémiai programok készüljenek, melyek egyszerre tudományosak és gyakorlatiasak. ... (6. oldal)

Biztosra veszem, hogy a kémia tanítása, tanulása sorsa ma már 7. osztályban eldőlt. Az a tény, hogy oly sok tanítványunk túl nehéznek találja a kémiát, hogy jó néhányuk elbátortalanodik a kémia tanulásától, netán néhányuk meg is „csösmörlök” tőle, nagy mértékben a rossz kezdésnek ... (18. oldal)

Hozzá kell tennem a tanulmányomnak a megírásával az a célom, hogy megismertessem a kémiát tanító kollégáimmal az Uszanovics-féle sav-bázis elméletet, mint ebben a tárgyban mindeddig a legátfogóbb érvényűt. Ezt az elméletet nálunk csak kevesen és felszínesen ismerik. Kitérőt célomat ... (25. oldal)

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Szerkesztő: Dr. Adamkovich

István egyetemi adjunktus

A szerkesztő munkatársai:

Dr. Kónya Józsefné egyetemi
adjunktus

Dr. Soltész György egyetemi
adjunktus

Kószó Katalin általános iskolai
szakvezető tanár

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3.

Tel.: (62) 312-988,

FAX: (62) 328-247

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió kft.

Felelős kiadó: Török Zoltánné

Olvasószerkesztő: Földvári Erika

Tördelő szerk.: Reményfy Tamás

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió

6701 Szeged, Pf. 301.

Éves előfizetési díj: 430 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Szeged, Csongrádi sgt. 73.

Budapest VIII., Üllői út 70.

Hirdetésekkel kapcsolatos

felvilágosítás: Tóth Mónika

Tel.: (62) 312-988

A kémia tanításában megjelenő
valamennyi cikket szerzői jog
védi. Másolásuk bármilyen for-
mában kizárólag a kiadó előze-
tes írásbeli engedélyével
történhet.

ISSN 1216-7576

Készült a Dürer Nyomda Kft-ben
Felelős vezető: Székely András

TARTALOM

GONDOLATOK A KÖZOKTATÁSRÓL ÉS A KÉMIATANÍTÁSRÓL

Dr. Bazsa György egyetemi tanár, KLTE

B, E & T: TUDÓSOK A FELÜLET TUDOMÁNYÁNAK HÁTTÉRÉBEN

Burton H. Davis tudományos igazgató, Kentucky

Egyetem Alkalmazott Energiái Kutatóközpont

Halász János egyetemi docens, JATE

FEJTÖRŐK, KÍSÉRLETEK KÉMIABÓL

Babitsné Buza Ágnes tanár Budapest

Dr. Stankovics Éva tanár, Budapest

ERŐSEBB ALAPOZÁST A KÉMIÁNAK

Varga Attila főiskolai adjunktus

Esterházy Károly Tanárképző Főiskola

LÁTVÁNYOS KÍSÉRTLETEK VIDEOKAZETTÁN

Fürstné dr. Kólyi Erzsébet,

vezető szaktanácsadó, Fővárosi Ped. Int.

MÁSODDIPLOMÁT NYÚJTÓ POSZTGRADUÁLIS KÖRNYEZETVÉDŐ SZAKOSÍTÓ KÉPZÉS

Dr. Burger Kálmán

egyetemi tanár, JATE, az MTA levelező tagja

A LAKMUSZ-INDIKÁLÁSTÓL AZ ÁTFOGÓ ÉRVÉNYŰ USZANOVICS-FÉLE SAV-BÁZIS ELMÉLETIG I. RÉSZ

Pálvölgyi Imre

nyugalmazott középiskolai tanár

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve két példányban küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 10-12 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utalunk rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli citálások név és évszám jelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabétikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat, a megjelent cikkek utáni honorárium kifizetése érdekében személyi számukat.

Dr. Bazsa György

Gondolatok a közoktatásról és a kémiatanítástásról

A magyar közoktatásban a hetvenes években jelentős tartalmi változások mentek végbe. A Magyar Tudományos Akadémia Elnökségi Közoktatási Bizottsága irányításával alakult ki az a műveltségi felfogás és konkrét ismeretanyag, aminek alapján az egységes és kötelező általános és középiskolai tantervek és (olykor alternatív) tankönyvek készültek. Az ideológiai- politikai vonatkozásoktól most eltekintve, e tantervek két lényeges ismervét már a kidolgozáskor is érzékelve, mára sokoldalú tapasztalatokra alapozva abban fogalmazhatjuk meg, hogy:

- vezérelvük, meghatározójuk a tudományosság, miközben igen gyenge oldaluk a gyakorlatiasság, másrészt
- erősen maximalisták, mind az ismeretanyag mennyiségét, mind annak – korosztályhoz viszonyított – mélységét illetően.

Az oktatásban a tudományosság kérdése sajátos viszonyban áll a gyakorlatiasság kérdésével. Nem ellentétben, de mégis két különböző – talán a mágneshez hasonlíthatóan – egymástól elválaszthatatlan póluson. A probléma egyáltalán nem újkeletű, azt közismerten már a rómaiak felismerték, s nagyon szemléletesen megfogalmazva azt vallották: „non scholae, sed vitae discimus”. Pedig a tudomány évszázadokkal ezelőtt még nagyon is a gyakorlatias ismeretek tudománya volt, mégis indokoltnak vélték kimondani egy ilyen tömör oktatásfilozófiát. Az utóbbi néhány évszázadban egyre tábbra nyílt az olló a legkorszerűbb tudományos eredmények és a művelt átlagpolgár által megtanulható, birtokolható és számára szükséges ismeretek között. Régen nincsenek már polihistorok, csak specialisták, mára már a kutatás is elkülönült alap- és alkalmazott kuta-

tásokra, s külön mesterséggé vált a tudományos eredmények átültetése a gyakorlatba. Ez a fejlődés az oktatásban, s így magyar iskolaügyben is feszítő kérdéseket és helyzeteket idézett elő.

Ezt a megállapítást a természettudományok körében érzékeltessé teszi, ha rámutatunk, hogy amíg a század első felének szinte valamennyi eszköze, gépe, műszere könnyen megérthető, jól átlátható berendezés volt, amit ambiciózus tanárok a szertárakban vagy ügyes kezű amatőrök jobb barkácsműhelyekben maguk megépíthettek, addig mára a komputervezérelt injektoros gépkocsinak, a személyi számítógépnek vagy a CD lejátszónak már csak a gombjait kezelgetjük, ám azokba még csak belenyúlni is kizárólag speciális felkészültségű és műszerezettségű szakembernek érdemes (a megépítésről már nem is szólunk). Avagy ha arra gondolunk, hogy míg fél évszázada a legigényesebb szakmai folyóiratok cikkei a megértés biztos reményében olvashatta szinte minden szaktanár, addig ma a legújabb eredményeket közlő szakcikkek bizony csak az adott szűk terület kutatóinak jelentenek érthető olvasmányt. Ez mutatis mutandis érvényes a biológiára, a kémiára, vagy a fizikára, de olykor még a földrajzra is.

A két évtizeddel ezelőtti reform és a koncepció úgy is értékelhető, mint határozott kísérlet a korszerű tudomány koncentrált megjelenítésére, besűrítésére a közoktatás anyagába, elsősorban, de nem kizárólag a középiskoláiba. A tantárgyak belső felépítése a tudomány – valamilyen felfogású – logikáját követi, tartalma nagy mennyiségű ismeretanyagot koncentrált, s ami ennél nagyobb baj, alig van tekintettel a tanulók életkorára, felfogó vagy absztrakciós készségére. Talán csak a mate-

matika az egyetlen tudomány, amelynek képviselői régen és bölcsen belátták, hogy a közoktatásban a XVII. század utáni matematikai tudományos eredményekből már aligha jeleníthető meg valami. Ez persze a természettudományokban így nem képzelhető el, de az sem, hogy ne tudjunk tudomásul venni nyilvánvaló objektív korlátokat.

A tudomány ily mértékű – jóllehet hallgatólagos – fetisizálása a tantervekben közvetlen akarat nélkül is oda vezetett, hogy a társadalmi valóság, a gyakorlati élet, a hétköznapi igények nem kapnak kellő súlyt, nem képviselnek kellő arányt a tanult ismeretekben és a kialakított készségekben. A gimnáziumban érettségizők elvileg fel vannak készítve a továbbtanulásra, de alig vannak felkészítve a társadalmi lét gyakorlatára. A tanuló esszét fogalmaz Babitsról vagy összehasonlító elemzést Villon balladáiról, de nem tud egy kérvényt vagy önéletrajzot megírni, megtanulja a római pátriarchusok két konzul vezette arisztokratikus köztársaságának működését, de nem tudja, hogyan működik lakóhelyének önkormányzata, meg kell tanulnia Dél-Amerika közlekedési viszonyait, de nem tanul meg vasúti menetrendet olvasni, látja könyvében a delokalizált molekulapályák sémáit, de nem tud eligazodni a mosó- vagy tisztítószeres körében, bemagolja a nehéz atommagok kötési energiája mind a négy komponensének képletét, de nem tud bekötni otthon egy alternatív villanykapcsolót. *Non vitae, sed scholae discimus* – állapíthatjuk meg szomorúan.

Természetesen egyáltalán nem arról van szó, hogy ne tudományos alapra épüljenek a közoktatásban tanított ismeretek. Csakis arra épülhetnek! Tudománytalan vagy áltudományos dolgok nem kerülhetnek az iskolai tananyagba – ezen nem lehet vitatkozni. Azt viszont alaposan végig kell gondolni, hogy mi legyen a közoktatás különböző szintjeinek és intézménytípusainak alapvető célja. Mire készítsen fel és hogyan? Mennyiben készítsen elő társadalmi létre, kulturált életformára, korszerű műveltségre, gyakorlatias ismeretekre, azaz az életre – és mennyiben kizárólag továbbtanulás-

ra, azaz az iskolára? Mennyi legyen az elméleti igényű, nem közvetlenül alkalmazható tudományos ismeretanyag, mennyi legyen az eligazító útmutatás a hétköznapi valóságához? Milyen készségeket fejlesszen, milyen attitűdöket alakítson ki – mivel és hogyan?

Ugyanakkor azt is tisztáznunk kell, milyen mennyiségű és mélységű ismeretanyagot kívánunk meg egységesen minden gyerektől, egy-egy évfárat százhusz-száznegyvenezer magyar gyermekétől, s ezzel szemben mi legyen az a többlet, amit ajánlunk s amit átadunk a jobbaknak, az ebben vagy abban (s nem feltétlenül mindenben) jobbaknak, az érdeklődőknek, akik majd egy szakma vagy tudomány művelői, specialistái lesznek. Nem másolandóként, csak okulásul említjük az USA sok államának iskola-filozófiáját: minden gyerekben meg kell keresni és ki kell fejleszteni azokat a képességeket, amivel ő a legjobban boldogul, legtöbbre viheti az életben.

A közoktatás egészére megfogalmazott gondolat sor a kémia tantárgyra is érvényes. A mai kémia tantervek és tankönyvek tartalmilag igényesek és jórészt színvonalasak, ám ezzel együtt maximalisták, sok és mély, erősen elméleti beállítottságú, gyakran absztrakt ismeretet tartalmaznak. Szemléletüket a „tudományosság” uralja, kivétel nélkül a kémia tudományának valamilyen felépítésű rendszerét követik. Nem törekszenek eléggé arra, hogy a hétköznapi életben használatos, a környezetünket meghatározó, a ránk ható kémiai anyagokat és folyamatokat a maguk összefüggéseiben és komplexitásában mutassák be, azok inkább csak mint a kémia egyes fejezeteinek függelékei, alkalmazási példái jelennek meg – pl. olvasmányként. Ez a felfogás képessé teheti a tanulókat arra, hogy jól vagy kevésbé jól eligazodjanak a kémia tudományának rendszerében, de nem biztosítja, hogy megszerezzék a mai kor emberének kulturált életviteléhez elengedhetetlen korszerű kémiai szemléletet. A diák már a tanulás során sok leckéről tudja, hogy arra neki aligha lesz szüksége az életben, otthon vagy a környezetében, viszont érzi, hogy nem kap elég hasznosítható ismeretet a mindennapok gyakorlatához.

Fz a tantárgyi szemléletmód alkalmas arra is, hogy a lejjebb, érdeklődő tanulók – kiváló tanáraik segítségével – kémiai ismereteiket, tudásukat és többféle készségüket igen jó, számos esetben kiemelkedő szintre emeljék. Így a felsőoktatás felvételi vizsgáin jól elő- és felkészített fiatalok jelennek meg (igaz, ebben a magánóráknak gyakran nagy szerepe van), a hazai és nemzetközi kémiai versenyeken kiváló teljesítmények és eredmények születnek. Ezek az eredmények mindenkinek örömet okoznak, ezeket el kell ismerni és meg kell őrizni.

Nem lehet ugyanilyen kedvező képet festeni a nagy többséget kitevő tanulók – és a felnőtt lakosság – kémiai ismereteiről, intelligenciájáról. A kémia nem tartozik a népszerű tantárgyak közé, és kifejezetten negatív kép él róla a társadalmi közvéleményben. A kémia oktatásának az is feladata, hogy tárgyilagos szemléletet alakítson ki a tanulóknál, hogy világosan lássák a kémia jelentőségét és szükségességét korunkban, hogy felismerjék a kémiai tájékozottság és szakszerűség előnyeit és hiányának káros következményeit. Ma nem ez a helyzet. Sokan úgy véljük, ennek döntő mértékben a bevezetőben felvetett két ismerv, az erre épülő szemléletmód az oka. Változtatásra, szemléletváltásra van szükség. Ehhez vonzó, érdekes, életszerű, egyszerre tudományos és gyakorlatias tananyagokra, erre épülő pozitív tanítási és tanulási attitűdre van szükség a kémia oktatásában.

Ez utóbbinak nagyon lényeges eleme a kísérlet. A kémia középpontjában az anyag és annak változása áll, s ezt rendre kísérletekkel lehet és kell demonstrálni. A kísérletek kiválasztásában, összeállításában is fontos, hogy az elméleti értékű kísérletek mellett olyan gyakorlati jelentőségű kísérletek sokasága szerepeljen, amelyek szorosan kapcsolódnak a hétköznapihoz. Nagyszerű kísérlet a Landolt-reakció, de ugyanúgy reakciókinetika a fehérjék denaturálódásának folyamata, s ezt a tojásfőzés hétköznapi példáján élményszerűen meg lehet tanítani. A példák szinte vég nélkül folytathatók. Különösen a tanuló kísérletek körét érdemes úgy bővíteni, hogy azok során otthonról

származó anyagokkal dolgozzanak a tanulók. Ha ők hozzák magukkal, még erősebbé tehető a motiváció.

Mindez nemcsak itthoni felismerés. A „bringing chemistry to life” – hozzuk közel a kémiát az élethez – gondolata tankönyvekben, konferenciákon, tanulmányokban egyre gyakrabban és rendszeresebben jelenik meg a nemzetközi fórumokon. Ismét csak példával illusztrálva a szemléletbeli különbséget: bármennyire is fontos és meghatározó (és meg is tanítandó!) a periódusos rendszer a kémia egészében, a gyakorlatban mégsem az *s*, *p* és *d* mező elemeiként jelennek meg az elemek és vegyületek, hanem táplálékként, energiaforrásként, ötvözetként, építőanyagként, környezetszennyezőként és így tovább. Bármennyire didaktikus a szén oxidációs számának változásával létrejövő oxovegyületek rendszere, otthon ételeccettel, italokkal, oldószerekkel, műanyagokkal, festékekkel találkozik a tanuló. S felnőtt korára jobbra ezek maradnak meg benne – ezekkel él – s nem az elvont tudományos megfontolásokkal.

Ennek megfelelően sok új kémia könyv nem kizárólag a kémiai tudomány belső logikáját követve építkezik, hanem gyakorlatiasabb, motiválóbb, anyagszerűbb és életszerűbb megközelítéseket és tárgyalásmódokat alkalmaz. Nem a tudományosság elvetésével, de nem is annak kizárólagosságával.

Fnnek felismerése és elismerése, a kémiatanárok – és a kémiatanár-képzés – szemléletének módosítása, még ha egyet is értünk a szemléletváltás szükségességében, nem könnyű feladat. A felsőfokú tanulmányok gerincét szükség- és értelemszerűen a tudomány rendszere képezi, tehát a tanárjelölt ebben a szelvényben szerzi ismereteit. Kézenfekvő és természetes számára, hogy így is adja majd tovább. A (belső) konfliktus akkor keletkezik, ha egy gyakorlatiasabb, hétköznapi szemlélet megvalósításakor a tudományosság igényét érzi csorbulni. Fél, hogy „konyhakémiát” fog tanítani, fél, hogy tekintélyt veszít maga és tárgya is. Pedig észre kell vennünk azt is, hogy a felsőoktatásban – ahol az oktatás és a kutatás

állandó szimbiózisban él – egyre szaporodnak az új megközelítésmódú tárgyak: a régóta létező élelmiszer-, gyógyszer- vagy műanyagkémia mellett a környezeti kémia, a víz, a levegő, energiaforrások kémiája és mások.

A nemzeti alaptanterv kémiai komponensének kialakításakor ezeket a szempontokat vettük alapul. Nagy szemléleti kihívás és nehéz didaktikai feladat, hogy ennek alapján olyan közoktatási kémiai programok készüljenek, melyek egyszerre tudományosak és gyakorlatiasak. Ezt a feladatot, ezt a szemléletváltást nem felülről kell, nem szabad felülről elrendelni: azt a kémiatanároknak maguknak kell végigcsinálni. Reméljük, lesznek, akik vállalják és eredményesen csinálják.

Erre azért is szükség van, mert az új helyi iskolai tantervek kialakításakor csak egy jól átgondolt, korszerű, gyakorlatias, a tantestület többsége által is elfogadott kémia tantárgyi programmal szabad megjelenni, a várható küzdelembe beszállni, ellenkező esetben pozíciókat, órákat s netán állásokat veszthetünk. Természetesen nem presztizsről van szó, hanem arról, hogy ennek végsősoron a társadalom látná kárát, mert a kémia sem l'art pour l'art tudomány és tantárgy, hanem mindennapi életünket, környezetünket vizsgáló és alakító fontos ismeretek összessége. Ezt magukkal a tantárgyi programokkal is bizonyítani kell.

A bevezetőben felvetett másik szempont – a maximalizmus – rövidebb elemzést kíván. Ez nem a kémia tantárgy sajátja, ez a jelenlegi közoktatás minden területének és tantárgyának, de talán elsősorban a gimnáziumi tananyagoknak egyik fő problémája. Nem sok túlzással az mondható, hogy ezekkel a tankönyvekkel minden tanulóból egyszerre tíz szakma kis tudósát lehetne kitanítani, persze ha illet ma egyáltalán el lehetne képzelni. Nem kétséges, minden tanterv készítőjében és a tankönyvírókban tiszteletre méltó szakmászereget, igényesség, ambíció élt és munkálkodott, de alig érvényesült a többi szakmával és főleg a tanulók szellemi és időbeni kapacitásával szembeni méltányosság és tolerancia. S bár nemzetközi összehasonlító felmérések szerint több

tantárgyból igen jó a magyar tanulók felkészültsége, legalábbis a számonkérés idején, mégis azt lehet megállapítani, hogy meglehetősen gyenge a tanulók maradandó tudása: rendszert igen mérsékelt a történész hallgatók fizikai ismerete és a vegyészek irodalmi tájékozottsága. Ennél sajnos súlyosabb gondok is jelentkeznek: elég ha a funkcionális analfabéták magas hányadát említjük a nyolc osztályt végzettek körében. Az eredmény – sommásan: gyakran a sokat markolás és keveset fogás tipikus esete áll elő.

Hogy a nemzeti alaptanterv – bármelyik változata is – miképpen akar és tud ezen a helyzeten változtatni, azt ma még nehéz lenne megmondani. De hogy ez is a fontos feladatai és funkciói közé kell hogy tartozzon, az nem lehet kétséges.

KÖNYVAJÁNLAT

Kecskés Andrásné dr.

Tudásszintmérő feladatlapok Kémia 7 - 8. osztály

A hamarosan megjelenő kémiai tudásszintmérő *A* és *B* változatban, az általános iskolai követelményekhez igazodva, hasonló nehézségi fokú kérdésekkel, feladatokkal reálisan méri a tanulók elsajátított szaktárgyi tudását. A feladatlap kérdései újszerűek, eltérnek az eddigi központi felmérőlapoktól, eredményes használatukat elősegíti, hogy a kiadó csak iskolai pecséttel ellátott megrendeléseket teljesít, azok kereskedelmi forgalomba nem kerülnek.

Megjelenés időpontja: 1993. augusztus
ára: 36,- Ft

MOZAIK Oktatási Stúdió



Burtron H. Davis - Halász János

B, E, & T: Tudósok a felület tudományának hátterében

A szilárd anyag részecskéi méretének csökkenésével, az anyag felaprításával a fajlagos felület növekszik. Ha meg akarjuk érteni a katalizátorok működését, az adszorpciós sajátságokat és más jellemző tulajdonságokat, lényeges szempont a felület nagyságának ismerete. Kérdés azonban, hogy hogyan tudjuk ezt a felületet – lehetőleg pontosan – megmérni. Ez a történet arról szól, hogy mintegy ötven évvel ezelőtt három kiváló kutató: **Brunauer István, Paul Emmett és Teller Ede** közös munkája miként tette lehetővé ezeket a méréseket.

A felületmérés kezdete az 1700-as évek végétől számítható, amikor *Ben Franklin* kiszámította egy kis angol tó területét oly módon, hogy megmérte a vízfelszín filmszerű bevonásához szükséges olaj mennyiségét, és ezt összevetette egy ismert vízfelület hasonló módon történő bevonásához szükséges olaj mennyiségével.

1812-ben *de Saussure* fejtette ki először, hogy a faszén és hasonló anyagok nagyszámú belső pórus jelenlétének köszönhetően nagy fajlagos felülettel rendelkeznek. *de Saussure*, majd mások arra is rájöttek, hogy az ilyen porózus anyagok nagy mennyiségű gázt tudnak megkötni. Akkoriban azt hitték, hogy a gázok valamilyen „látszólagos nyomás” következtében cseppfolyósodnak a pórusokban. Ez alapján feltételezték, hogy reagáló rendszerekben a porózus anyagok jelenlétében ilyen folyadék-fázis alakul ki, és abban a molekulák nagyobb koncentrációja a reakciósebesség növekedését eredményezi. Ebből indul ki *Berzelius* is a katalízis fogalmának bevezetésekor, hiszen az általa felállított elmélet alapfeltevése szerint a „katalizátor” a nagyobb reagenskoncentráció következtében növekvő reakciósebesség révén

fejti ki hatását. Ez a nézet uralkodott a katalízisről még a XX. század elején is.

Nem egészen egy évszázad telt el *Berzelius* után, amikor 1938-ban *Brunauer, Emmett és Teller* megtették az igazán nagy előrelépést a fajlagos felület mérésének területén. Egy olyan új elméletet sikerült kidolgozniuk, ami lehetővé tette a fajlagos felület kiszámítását a minta által adszorbeált gázmennyiség meghatározása alapján. Későbbiekben a hármuk nevének kezdőbetűjéről elnevezett **BET-elméletre** építve vált szabványeljárássá a **BET-módszer** szerinti fajlagos felület meghatározása.

Tudományos teljesítményük jelentőségét akkor értékelhetjük igazán, ha visszatekintünk a 30-as évekre, és érzékeljük a fajlagos felület meghatározására addig alkalmazott módszerek:

- (1) az oldódási sebességek összehasonlítása oly módon, hogy a vizsgálandó anyagból ismert felületű mintákat alakítanak ki,
- (2) a reaktív gázokkal történő érintkezés hatására bekövetkező színváltozás követése,
- (3) elektródpotenciál-változás meghatározása abban az esetben, amikor a folyadék-fém érintkezési felülettel meghatározott elektromfluxust közölnek, nehézségét és pontatlanságát [1].

Mint tudjuk, a legtöbb tudományos felfedezésre az a sors vár, hogy amint új eredmények látnak napvilágot, a régiek helyettesítődnek vagy elfelejtődnek. A **BET-egyenlet** esetében erről szó sincs, hiszen napjainkban is szabvány-módszerként használatos, mégpedig évente több millió minta fajlagos felületének meghatározására.

A három tudós legalább annyira különbözik egymástól, mint azok az anyagok, melyek fe-

lületének mérésére elméletüket alkalmazzák. Ráadásul mindegyikük tudományos munkája külön-külön is olyan jelentőségű és maradandó, mint a közös **BET-elméletük**. Washingtonban dolgoztak együtt, ahová különböző utakon jutottak el.

Paul H. Emmett 1900-ban született Portland városában, az amerikai Oregon Államban [2-6]. Középiskolai kémiatanárának befolyására határozta el, hogy kémikusnak tanul. Az Oregoni Mezőgazdasági Főiskolán (jelenleg: Oregoni Állami Egyetem) vegyész-mérnöki alapképzésben vett részt, és a szintén portlandi *Linus Pauling* is évfolyamtársa volt, és barátság alakult ki a két jóképességű diák között.

Az alapidiploma megszerzése után a két fiatalember egy, akkor még igen kis egyetemet választott tanulmányaik folytatására: a Kaliforniai Technológiai Intézetet (California Institute of Technology). Ez a kis intézmény talán akkoriban kezdett ismertté válni magasszintű oktatási programja következtében. A napjainkban „Caltech” néven közismert óriási intézet akkori méreteit jól jellemzi, hogy csak négy kémiai Ph. D. állásra volt keret [7]. *Paul Emmett* témavezetője egy évvel *Emmett* végzése előtt távozott az egyetemről, ezért *Emmett Paulinggal* dolgozott együtt. Közös témájuk a barit szerkezetének meghatározása volt, mégpedig az akkortájt igen új, röntgendiffraktometriás technika alkalmazásával. Eredményeiket egy, csak a saját nevükön megjelentetett cikkben közzölték. Ez igen szokatlan dolog volt két végzős hallgató esetében, de *Linus Pauling* és *Paul Emmett* nem mindennapi, nem átlagos hallgatók voltak.

Emmett ezután két évet tanított az Oregoni Állami Egyetemen és mivel nem volt kutatási lehetősége, otthagyta az egyetemet, és a Kötött-Nitrogén Laboratóriumhoz (Fixed Nitrogen Laboratory) szerződött, ami a fővárosban, Washingtonban működött. A laboratóriumot 1919-ben alapították abból a célból, hogy segítse az ország nitrogéniparának (ezen belül elsősorban az ammóniaszintézis) fejlesztését, az Egyesült Államok nitrogén-műtrágya és

robbanóanyag ellátását [9]. Mikor *Emmett* megérkezett, a laboratórium éppen befejezte egy kettősen adalékolt vaskatalizátor kifejlesztését (ezt a későbbiekben öt évig használta az ipar), így a laboratóriumi munka az addigi ipari fejlesztő vizsgálatok helyett a szintézis mechanizmusának felderítésére irányult.

Brunauer István 1903-ban született Budapesten [10], és miután gimnáziumának legjobb tanulójaként befejezte középiskolai tanulmányait, az Egyesült Államokba ment. Itt egy évig segédmunkásként dolgozott, de esti iskolában angolul tanult, majd beiratkozott a Columbia Egyetemre, ahol 1925-ben szerezte meg az alapidiplomáját, mind kémiából, mind angoltól kiváló eredménnyel. Tanulmányait *Brunauer* a Columbia Egyetem Orvosi karán szeretne volna folytatni, de szülei zsidók voltak, így az akkori idők szelekciós felvételi elvei ezt lehetetlenné tették számára [11], ezért a City College vegyész-szakán folytatta tanulmányait.

Egyetemi éveit kevés ideje maradt a társasági életre, és amikor hallott egy újonnan alakult klubról, ahová főleg magyarok jártak, belépett tagjainak sorába. Balszerencséjére ezt a klubot az Ifjú Dolgozók Szövetsége (Young Workers League) működtette, aminek szervezését az Amerikai Kommunista Párt kezdte meg. *Brunauer* csak 2-3 évig volt a klub tagja, ám ez éppen elég problémát okozott neki évekkal később.

Doktorálása után *Brunauer* letette (az akoriban jól kifizetődő) közszolgálati munkára képesítő vizsgát is. *Paul Emmettnek*, aki ekkortájt szerződött a Kötött-Nitrogén Laboratóriumhoz, engedélyezték egy fiatal vegyész alkalmazását; a hatályos eljárási szabályzat azt is előírta, hogy a Laboratórium Igazgatótanácsával fogadtassa el a jelölt személyét. Ez sikerült, és így *Brunauer* 1929-ben belépett a Laboratórium munkatársainak sorába.

Teller Ede 1908-ban született Budapesten. Már fiatalon tehetségesnek bizonyult a nehéz matematikai feladványok megoldásában [12]. Nővére visszaemlékezett több olyan esetre, amikor a család az ebédloasztalnál ült,

és az ifjú Teller megszólalt: „Most, ne szóljatok hozzám, hagyjatok gondolkodni.” Ez azt jelentette, hogy a fiú matematikai számításokat végzett fejben, csupán a tiszta élvezet kedvéért. Az asztalnál mindenki tiszteletben tartotta kérését, és békén hagyták.

Klug Lipót, a budapesti egyetem professzora egyike volt azoknak, akik nagy hatással voltak rá. *Klug* oltotta *Teller*be a matematika iránti szeretetet, úgy, hogy elméleti geometria tételeket adott fel bizonyításra. Ezeken a tételeken dolgozva *Teller* megszerette az első látásra bonyolultnak látszó, ám alapjában egyszerű problémamegoldásokat – ami jó előtanulmányként szolgált a BET-elmélet kifejlesztéséhez, majd későbbi munkája során a nukleáris fegyverek mérhetetlenül bonyolult elméleti fizikai számításaihoz.

Teller a budapesti Műegyetemen kezdte el tanulmányait, s mind fizikából, mind matematikából kiváló eredményt ért el, majd a Karlsruhe-i Technikai Intézetben folytatta, ahol gyakorlatilag mindent tanult. A kémiát apja kedvéért, a matematikát saját élvezetére választotta [12]. *Herman Mark*, az ifjú professzor, aki alig múlt 30 éves, vezette be *Tellert* a kvantummechanikába. *Teller* ezt az új tudományágat ellenállhatatlanul érdekesnek találta, és meggyőzte apját, hogy jövője szempontjából a fizika nagyon fontos, ezért a Müncheni Egyetemre ment tanulni. Itt, az első félév végén történt vele, hogy kirándulásra menve villamossal utazott az állomásra. Gyalogtúrára alaposan felszerelkezett, ám szórakozottan elfelejtett leszállni a megállónál. A három koszból álló szerelvény már elindult, amikor gyorsan leugrott. A sok csomagja miatt elvesztette az egyensúlyát, és a villamos alá esett. Ennek szomorú következménye az lett, hogy a villamos levágta jobb lábfejét. Majdnem négy hónapig tartott a gyógyulása.

Akárhogyan is történt, érdekes, hogy *Tellert* sohasem hátráltatta lábának elvesztése. Münchennt követően Lipcsében folytatta tanulmányait, ahol kedvtelésként kiváló ping-pong játékosná vált. *Heisenberg* kutatócsoportjából, melynek aktív tagja volt, mindenkit meg tudott verni, kivéve magát *Heisenberget*, s a kérdés-

re: vajon ez *Heisenberg* ping-pong tudásának vagy *Teller* ravaszságának tulajdonítható, nem tudjuk a választ.

1933-ra világhosszá vált, hogy egy zsidónak Németországban semmi esélye sincs egyetemi karrierre, ezért *Teller* Koppenhágába költözött. Koppenhágában megnősült, ám történetünk szempontjából sokkal fontosabb a *George Gamow* és közte kifejlődött barátság. Ennek eredményeként ugyanis amikor *Gamow* Washingtonba költözött azzal a feladattal, hogy a George Washington Egyetem hozza létre az Elméleti Fizikai Intézetet, meghívta *Tellert*, hogy csatlakozzon hozzá. *Teller* 1935-ben érkezett meg Washingtonba, és a három ember, akire szükség volt a **BET-elmélet** megalkotására, így már egy helyen volt található.

A BET-elmélethez vezető kutatás

A BET-elmélet kidolgozására vezető kutatómunkát a Kötött-Nitrogén Laboratóriumban folytatták. *Emmett*, amint az ammóniaszintézis katalizátoraival kezdett foglalkozni, rájött arra, hogy a kutatásokat nem lehet kvantitatív alapokra helyezni anélkül, hogy ne lenne néhány, legalább megközelítő pontosságú mennyiségi és minőségi adat a katalizátorok felületéről [14].

Emmett és *Brunauer* első munkája a fizikai adszorpcióról 1935-ben jelent meg a következő címen: „A Polányi-féle potenciálmélet alkalmazása a gázok vas-bázisú ammóniaszintézis-katalizátorokon lejátszódó van der Waals típusú adszorpciójára” [15]. Egy rövid közleményükben [16] azt is megállapították, hogy a gázadszorpció mértékének meghatározása a forrásponthoz közeli hőmérsékleten, egyszerű eljárást biztosít a vaskatalizátorok felületének meghatározása. Ez egy teljesen empirikus módszer, amit „B-pont” szabályként mutatnak be.

Teller Ede Washingtonba érkezésének idején a kvantummechanika még viszonylag új tudományág volt, aminek segítségével – legalább is elméletileg – az atomi és molekuláris kölcsönhatások összes kérdésére meg lehet

adni a választ. A természettudomány területén dolgozó kutatók döntő többségének ez a diszciplína akkoriban teljesen ismeretlen volt, ám nem *Tellernek*, aki Münchenben *Heisenberg* irányításával írta doktori értekezését, és ráadásul egy évet *Niels Bohr* munkatársaként dolgozott Koppenhágában. *Alfred Sklar* írja: „A harmincas évek végén *Teller Ede* szerény otthona a Mekát jelentette mindazoknak, akik Washington-Baltimore területen új tudományos problémákkal foglalkoztak. Gyorsan ismertté vált a helyi körökben, hogy *Tellert* a fizika és a kémia minden területe érdekli, foglalkoztatja, szívesen beszélget problémáiról.” Mindezt csak fűszerezte *Teller* „éleselméjűsége” és gondolkodásának gyorsasága, ahogyan a problémák lényegét megragadta, és az a rejtélyes képessége, amit tréfásan így fejezett ki: „Nem értem, de mindjárt elmagyarázom.” [12].

A George Washington Egyetem esti kurzusain *Teller* órákat adott kvantummechanikából. Az egyik tanítványa *Brunauer István* volt, aki igen szorgalmas tanítványnak bizonyult, annak ellenére, hogy főállásban dolgozott, és felesége is igen elfoglalt, hivatásának élő nő volt, ráadásul volt egy egyéves gyermekük is. Az egyik óra után *Brunauer* a szilárd anyagokon lejátszódó többrétegű adszorpció problémájával fordult *Tellerhez*, ami szerinte a szilárd anyag felületi-erőinek hatására következik be, nem pedig a *Langmuir* által az egyrétegű adszorpció értelmezésére bevezetett kontakt erő hatására. *Teller* ezzel kapcsolatban megjegyzi: „Abban az időben tudatlanságom az adszorpcióról felülmúlhatatlan volt. Még azt sem tudtam, mit jelent az a szó, hogy kemoszorpció” [17].

A BET tanulmány

A BET-közlemény bevezetésében írják: „Úgy tűnik számunkra, hogy elsősorban gázok kondenzációját eredményező erők határozzák meg a többrétegű adszorpció kötés energiáját [18].

A **BET-közlemény II.** fejezete a **BET-egyenlet** jól ismert lineáris alakjának levezetése

sehez szükséges matematikai módszerekkel foglalkozik. Ebben a fejezetben *Langmuir* elméletének általánosították a többrétegű adszorpcióra. Két lényeges egyszerűsítő feltevést kellett bevezetniük ahhoz, hogy a matematikai összegzést a többrétegű adszorpcióra kiterjesztéssé: a második és a további rétegekben az adszorpciós hő megegyezik a gáz kondenzációs hőjével; a második és a további rétegekben a molekulák párolgási és kondenzációs sajátosságai folyadékalapotra jellemzőkkel azonosak.

Az ezek alapján kapott **BET-egyenlet** lineáris alakja a következő:

$$\frac{P}{V(P_0 - P)} = \frac{1}{V_m C} + \frac{(C - 1)P}{C V_m P_0}$$

ahol P és P_0 az aktuális, illetve az egyensúlyi gőznyomás, V az adszorbeált gáz térfogata P nyomásnál, C állandó, míg V_m a monomolekuláris borítottságnak megfelelő térfogat.

A **BET-egyenlet** megalkotása jelentős előrelépés volt a felület- és katalízistudomány területén, különösen azért, mert szerzőik túl tudtak lépni koruk legkiemelkedőbb felületkutatójának nézetein. *Langmuir*ról van szó, akit 1932-ben Nobel-díjjal jutalmaztak az adszorpció területén elért eredményeiért, és munkássága csúcspontján volt, mikor a **BET-elmélet** megjelent. *Langmuir* mindvégig határozottan kitarított a monomolekuláris adszorpcióval kapcsolatban kialakított nézetei mellett; szerinte nagyobb nyomásokon az adszorpció a kapilláris kondenzációnak és nem a többrétegű adszorpciónak tulajdonítható [19].

A **BET-dolgozat III.** része a többmolekuláris adszorpció elméletének gyakorlati alkalmazását mutatja be az elméleti egyenleteknek a kísérleti adatokra történő illesztésével.

A mint ahogy bármely más klasszikus közös munkánál, itt is felmerült az ötletek eredetének kérdése. Erről elmondható, hogy *Brunauer* és *Emmett* az adszorpció oldaláról közelítve fokozatosan haladtak előre egy olyan fizikai modell megalkotásában, amivel értel-

mezhettek kísérleti adataikat, továbbá abban, hogy miként lehet ezt a metodikát a fajlagos felület meghatározására felhasználni. *Teller* viszont, akit *Brunauer* vont be a közös munkába, nem értett egyet *Brunauerrel* az izoterma elméleti alapjainak tekintetében [20]. *Brunauer* felkérésére azonban *Teller*, matematikai és elméleti beállítottsága folytán, átalakította a fizikai modellt egy általánosan használható analitikai egyenletté, ami megalapozta az elmélet és a technika széles körű elterjedését.

Az elmélet 50 évvel később

A BET-módszer gyorsan általánossá vált a nagy fajlagos felülettel rendelkező anyagok jellemzésére. Az elmélet kidolgozása égetően időszerű volt, és elterjedése ismertté tette a Kötött-Nitrogén Laboratórium nevét a nemzetközi tudományos közéletben, elsősorban azért, mert a felületmérés módszerét a katalízis tudomány kezébe adta [21].

Paul Emmett igen büszke volt a **BET-elmélet** sikerére. Mikor a szerzők egyike (*Burton Davis*) 1982-ben meglátogatta otthonában, Portlandban, örömmel mutatta az *A. W. Adamson* könyvében [22] található adatokat, amelyek bizonyították, hogy a **BET-egyenlet** még mindig a legmegbízhatóbb eredményeket szolgáltatja a fajlagos felület meghatározásában.

Egy dolgozat hatása azzal is lemérhető, hogy hányszor hivatkoznak rá. Az 1961 és 1982 közötti időszakban a **BET-dolgozat** ott sorakozik a 200 leggyakrabban idézett cikk között (pontosan a 178. helyen áll [22]). Ez volt az egyetlen közlemény az adszorpció és a katalízis területén (figyelmén kívül hagyva az enzimeket), amely bekerült az első 200 közé.

A tudósok 50 évvel később

A BET-elmélet megalkotása után mindhárom kutató igen sikeres tudományos pályát futott be.

Brunauer István 1942-ben egy irányadó áttekintést írt a fizikai adszorpcióról, „Gázok

és gőzök adszorpciója” címmel. Kb. ebben az időben lépett be a haditengerészeti tartalékos állományába, majd aktív szolgálatra jelentkezett. Az Amerikai Tengerészeti Hadianyag Hivatalba került, ahol megalapította és vezette azt a kutatócsoportot, amelynek feladata a nagyhatású robbanóanyagok fejlesztése volt, azaz egy számára teljesen idegen területen kezdett dolgozni. Ennek ellenére szokásos hozzáállása profivá tette ezen a téren is, és egyre feljebb lépegetett a ranglétrán, a háború végét követő leszerelés előtt az Intézet parancsnoka volt. Ekkor, mint a haditengerészeti kutatások vezetője, nemcsak saját csoportját irányította, hanem összefogta a haditengerészeti kutatások szaktanácsadóinak munkáját is, beleértve olyan ismert kutatókat, mint *Albert Einstein*, *George Gamow*, *Henry Eyring* és *Neumann János*. Az angolokkal is együttműködött hasonló kutatásokban, s ezért a munkájáért megkapta a Brit Birodalomi Hadosztály Parancsnokságának tiszteletbeli tábornoki rangját.

A háború után Európában a nagyhatású robbanóanyagok kutatását irányította, a német hadierők fejlesztése érdekében. Komoly erőfeszítéseket tett azért, hogy a szövetségesekkel elismertesse a magyar tudományt és helyreállítsa a kapcsolatot a magyar tudósokkal. *Brunauer* büszkébb volt a haditengerészeti pályafutására, mint tudományos életének bármelyik periódusára [10].

Nem sokkal azután, hogy elkezdett dolgozni a Kötött-Nitrogén Laboratóriumban *Brunauer* feleségül vette *Esther Caukint*, aki az Amerikai Egyetemi Nőszervezetet (American Association of University Women) nemzetközi kapcsolatainak volt a felelőse. *Esther Caukin* az 1940-es évek elején a Külügyminisztériumba került, majd részt vett az UNESCO megalapításában.

1950 februárjában Wheelingben (West-Virginia) elmondott hírhedt beszédében *Joe McCarthy* szenátor kijelentette, hogy 200 kommunista dolgozik a Külügyminisztériumban. Később *McCarthy* egy szenátusi beszédében kiemelte *Esther Brunauert*, mint az egyik

legfontosabb személyiséget, akinek a tevékenységét ki kell vizsgálni a kormányval szembeni hűtlensége miatt. Az ok férjének – *Brunauer Istvánnak*, a fiatal New York-i emigránsnak – a Magyar Fiatal Munkások Szövetségének (Hungarian Young Workers League) tagsága.

Számos levél ellenére, melyek tanúsították mind a férj, mind a feleség Egyesült Államok iránti hűségét és elkötelezettségét, továbbá bizonyították antikommunista jellemüket, a közvélemény, *McCarthy* szenátorral az élen nem tágitott. Ezért *Brunauer*, néhány további tisztázó vizsgálat után lemondott a haditengerészetnél betöltött állásáról. A hidegháborús idők hisztérikus hangulatát jól tükrözi egy Los Angeles-i újsághír, mely lemondását arcátlanul vastag betűkkel hozta a címlapon: „A vádolt tudós lemondott magas rangú haditengerészeti állásáról”. Kevés tudós érdemelt ki ilyen főcímet. *Esther Brunauer* elhatározta, hogy folytatja a harcot annak ellenére, hogy külügyminisztériumi állásából felfüggesztették. 1952-ben azonban felmodtak neki, mondván, hogy férjével való kapcsolata veszélyezteti az Egyesült Államok biztonságát.

Brunauer, miután távozott a haditengerésztől, Chicagoba került, ahol a Portland Cement Művek Kutatóközpontjának vezetője lett. Itt újra tanulnia kellett egy teljesen más szakterületen, de rövid időn belül számos kiemelkedő eredménnyel járult hozzá a cementek szerkezetével és tulajdonságaival kapcsolatos alap kutatásokhoz, és e témában nemzetközi konferenciákra is meghívták plenáris előadónak.

1965-ben a Clarkson Egyetem Kémiai Tanszékének vezetője lett, ahol első igazgatója volt a Clarkson Kolloid- és Felülettudományi Intézetnek (Clarkson's Institute of Colloid and Surface). A Clarkson Egyetemen folytatta az adszorpciós kutatásait, és számos cikket közölt e témakörből. 1971 után jelentős időt szentelt a történelem és az irodalom tanulmányozásának, 1986. július 6-án bekövetkezett haláláig.

Paul Emmett 1937-ben távozott a Kötött-Nitrogén Laboratóriumból, hogy az újonnan

megalapított Műszaki Kémia Tanszék vezetője legyen a Johns Hopkins Egyetemen Baltimore-ban. Három éven belül az újonnan alakult intézet elismert kutatóhellyé vált.

1943-ban *Harold Urey* hívására csatlakozott a Manhattan Terv stábjához. Munkája elsősorban adminisztratív jellegű volt, de részt vett a fluorozott-szénhidrogén alapú polimer fékező anyagok kifejlesztésében is, amelyek a ^{235}U és a ^{238}U izotópok szétválasztásához szükségesek. Nagyon büszke volt a programmal való együttműködésre és az Oak Ridge-beli Kutatóközponttal még nyugdíjazása után is tartotta a kapcsolatot.

A Mellon Intézetben, ahová 1944-ben ment, feladata a ^{14}C -jelzéses technika kifejlesztése volt, hiszen a II. Világháború után a radioaktív szén-izotóp viszonylag könnyen hozzáférhetővé vált. A Fischer-Tropsch szintézist, azaz a szén-monoxidból és hidrogénből kiinduló szénhidrogén (motorhajtóanyag) előállítás kémiaiáját kezdte vizsgálni. Gondosan megírt tanulmányai alapjait megváltoztatták a szintézisről alkotott elképzeléseket, hiszen az általa felállított mechanizmusokban oxigéntartalmú intermedierek jelenlétét bizonyította, és kizárta az addig feltételezett fém-karbid típusú köztitermékek szerepét. Munkája ezen a területen éppen olyan meghatározó jellegű még ma is, mint az 50-es években. Jól látszik, hogy eme bonyolult területen is azt tette, mint amit már korábban az ammóniaszintézisnél és a nitrogén-adszorpciónál: felismert egy alapvető problémát, megtervezte és kivitelezte a kísérleti munkát, és olyan elméleti eredményeket ért el, ami még napjainkban is helytálló. Egy *Emmett* közleményre az jellemző, hogy fontos tudományos problémát tárgyal és olyan megállapítással zárja, ami hosszú éveken keresztül érvényes marad.

Emmett 1955-ben tért vissza a Johns Hopkins Egyetemre *W. R. Grace* professzorként a Kémiai Tanszékre. Itteni munkája során radioaktív izotópokat alkalmazott a katalitikus krakkolás mechanizmusának tanulmányozására.

Az 1960-as évek folyamán felesége egészsége erősen megromlott, és nagy erőfeszítéseket tett ápolására.

1971-ben, első felesége halála után Emmett visszatért szülővárosába, Portlandba, feleségül vette Pauline-t, sógorságba került Linus Paulinggal, aki egész életén át barátja volt. Egyre többet szenvedett a Parkinson-kórtól, de folytatta tudományos munkálkodását egészen 1985. április 22-én bekövetkezett haláláig.

Teller Ede washingtoni éveit követően egész más úton haladt előre a tudományban, elhagyva a kémiát. Barátja, George Gamow elérte ugyan, hogy a George Washington Egyetem Elméleti Fizika Tanszékére menjen, mondván, hogy fizikai kémikus lévén szélesítheti a kutatási területet. Elért eredményei ezen a területen lenyűgözőek, de a világ eseményei elmozdították Tellert a kémia szinteréről, munkássága a nukleáris fizika területére helyeződött.

Teller, Franklin Rooseveltt amerikai elnök 1940. május 10-én tartott beszédének tulajdonítja azt a végső lökést, amely figyelmét a nukleáris fegyverek felé fordította. A sors ironiája, hogy nem is volt szándékában meghallgatni a beszédet, csak a két nappal korábbi, a Hollandia, Belgium és Luxemburg elleni német invázió sikere juttatta arra az elhatározásra, hogy részt vegyen a szónoklaton [24]. Attól a naptól kezdve útja a Columbia Egyetemre, majd a Chicagói Egyetemen keresztül a Los Alamosba vezetett. Sok siker, de sok-sok küzdelem és nagyszámú konfliktus kísérte Teller munkáját Los Alamosban. A II. Világháború végén az atomfegyver bevezetését és néhány háború utáni kísérletet követően, 1946. február 1-jén Teller elhagyta Los Alamost és visszatért a Chicagói Egyetemre.

A chicagói évek alatt Teller aktív résztvevője volt a H-bomba kifejlesztésével kapcsolatos kutatásoknak. Nemcsak hogy támogatta a fejlesztést, de a kutatást megpróbálta felgyorsítani. 1951 áprilisa előtt Teller elkészített egy új elképzelést a bombáról. Ennek ellenére a Teller-féle javaslat nem került be az

1951. június 19-én megtartott Atomenergia Hadászati Értekezlet napirendjébe.

1952 nyarán azonban elhatározták a második nukleáris fegyver laboratórium, a Livemore Laboratory felállítását. Teller ekkor a nyugati partvidékre költözött, hogy az új intézmény munkájában vezető szerepet töltsön be. Teller elképzelését 1952. október 31-én próbálták ki a Bikini-korallszigeteken, és a sziget eltűnése bizonyította a tudományos és technikai alapelvek helyességét.

Ahogy az idő haladt előre

Három nagy elme együttműködése, kölcsönhatása – éppúgy, mint a hármas ütközés a kinetikában – ritkán történik meg. Ez így volt Brunauer, Emmett és Teller esetében is. Még mielőtt a **BET-elméletet** közölték volna, Emmett távozott Washingtonból és Baltimoreba, a Johns Hopkins Egyetemre került.

Brunauer és Teller a két Deming-fivér közreműködésével írtak még egy további közleményt, ami az adszorpció izometriák rendszerézése miatt vált ismertté [25].

Brunauer a későbbiekben is mindig meglátogatta Telleréket, amikor csak a nyugati parton járt. Emmett és Brunauer szintén tartották a kapcsolatot éveken át, de további tudományos munkában már nem dolgoztak együtt. Emmett és Teller egy 1940-es közleményükben rámutattak Nyrop feltevéseinek hiányosságaira [26]; az általa felállított elmélet ugyanis az ionok képződését tekintette a felületi katalízis mechanizmusában döntő lépésként, amit a szerzőink határozottan cáfoltak.

Paul Emmett volt szóban és írásban a **BET-elmélet** „propaganda minisztere” kialakulásának éveiben, noha a későbbiekben Brunauer is csatlakozott hozzá ezen a téren.

A columbiai éveket követően a három férfi csak két alkalommal találkozott; először 1969-ben, amikor a Clarkson Egyetem a természettudományok díszdoktoraivá avatta őket. Tíz évvel később pedig, az 1979-es év utolsó napjaiban, amikor is feleségeikkel San Franciscoba

mentek, hogy közös alkotásukat egy csendes vacsorával megünnepeljék.

*

A cikk amerikai társszerzője, *Burtron H. Davis*, a Kentucky Egyetem Alkalmazott Energia Kutatóközpontjának tudományos igazgatója Lexingtonban. Kutatási területe a katalízis, a fosszilis energia, az anyagtudomány és a katalízis története. Miután a Floridai Egyetemen megkapta a doktori címet, 15 hónapot töltött a Johns Hopkins Egyetemen *Paul Emmett* professzor mellett.

Irodalom:

- [1] Rideal, E. K. (1932): *Disc. Faraday Soc.* 139.
- [2] Davis, B. H. (1986): *Phys. Chem.* 90, 4701.
- [3] Garten, R. L. (1983): *In Heterogeneous Catalysis: Selected American Histories.* Davis, B. H.; W. P. Jr. Eds. ACS Symp. Series 222: Washington, p. 45.
- [4] Emmett, P. H. (1975): *In Physical Basis for Heterogeneous Catalysis.* Draughts, E.; Jaffee, R. I., Eds. Plenum: New York, p. xi.
- [5] Davis, B. H. (1978): *J. Chem. Educ.* 55, 248.
- [6] Hall, W. K. (1986): *Chemistry and Physics of Solid Surface.* Vanselow, R.; Howe, R. Eds. Vol 6, Springer-Verlag: Berlin, p. 9.
- [7] Pauling, L. (1965): *Ann. Rev. Phys. Chem.* 16, 1.
- [8] Pauling, L. (1985): *Presentation at the 190th ACS Meeting Chicago, Ill., Sep.*
- [9] Clarke, M. J. (1977): „*The Federal Government and the Fixed Nitrogen Industry, 1919-1926*” Ph. D. Thesis, Oregon State University.
- [10] Az anyagok többsége Brunauer videószalagon rögzített 40 órás előadásából valók, melyet az 1980-as évek elején rögzítették, és özvegye, Dalma, H. Brunauer bocsátotta a szerzők rendelkezésére.
- [11] Holmes, D. R. (1989): *Stalking the Academic Communist: Intellectual Freedom and the Firing of Alex Novakoff.* U. of Vermont Press, p. 12.
- [12] Bloomberg, S. A., Owens, G. (1976): *Energy and Conflict: The Life and Times of Edward Teller.* G. P. Putnam's Sons: New York.
- [13] Emmett, P. H. (1938): „*Citation Classic*”, *Commentary on J. Am. Chem. Soc.* 60, 309; *Current Contents* 35, 9, Aug. 29. 1977.
- [14] Emmett, P. H., Brunauer, S. (1935): *J. Am. Chem. Soc.* 57, 2732.
- [15] Brunauer, S., Emmett, P. H. (1953): *J. Am. Chem. Soc.* 57, 1754.
- [16] Teller, E. (1983): *In Heterogeneous Catalysis: Selected American Histories.* David, B. H., Hettinger, W. P., Jr. Eds. ACS Symp. Series 222; Washington, p. 227.
- [17] Brunauer, S., Emmett, P. H., Teller, E. (1938): *J. Am. Chem. Soc.* 60, 309.
- [18] Langmuir, I. (1916): *J. Am. Chem. Soc.* 38, 2221.
- [19] Teller Ede videószalagon rögzített emlékezései a BET elméletéről 1988. május
- [20] Taylor, H. S. (1962): *Ann. Rev. Phys. Chem.* 13, 1.
- [21] Adamson, A. W. (1976): *Physical Chemistry of Surfaces.* 3rd Ed. John Wiley & Sons; New York, p. 582.
- [22] Garfield, E. (1984): *Current Con'ts.* No. 29, July 16, p. 3.
- [23] Teller, E. (1987): *Better a Shield than a Sword.* The Press: New York, p. 50.
- [24] Brunauer, S., Deming, L. S., Deming, W. E., Teller, E. (1940): *J. Am. Chem. Soc.* 62, 1723.
- [25] Emmett, P. H., Teller, E. (1940): *12th Report of the Committee on Catalysis,* National Research Council. John Wiley & Sons: New York, p. 68.

Babitsné Buza Ágnes - Dr. Stankovics Éva

Fejtörők, kísérletek, kémiából

A kémiai átalakulásokat az esetek többségében fizikai változások előzik meg és kísérik. Így például a reagenseket gyakran aprítjuk, feloldjuk, felmelegítjük, a reakció közben pedig fény, hő stb. jelenséget észlelünk. Ezért is a két tantárgy (illetőleg tudomány) lényegéből fakad a kapcsolatteremtés, koncentráció. Úgy gondoljuk, a cikkünkben bemutatott fejtörést igénylő kísérletek is jó lehetőséget teremtenek erre.

A kémiaórák egyre nagyobb részét foglalja el az új anyag magyarázata, a régi számonkérése; és egyre kevesebb idő marad a kísérletezésre, illetve arra, hogy a tanulók addigi ismereteik birtokában önállóan oldjanak meg különböző problémákat. (Zárójelben még azt is érdemes megemlíteni, hogy mivel az iskolák anyagi lehetőségei egyre rosszabbak, ezért jelentősen megnyirbálják a kémiaszertárak „költségvetéseit”, tehát időnként a vegyszerek hiánya is megakadályozza a kísérletezést.) Mindez rendkívül riasztó, amikor mindnyájan tudjuk, hogy a kémia iránti érdeklődés felkeltésének két leghatékonyabb módszere éppen a kísérletezés és a gondolkodtatás. Egy-egy jól sikerült, látványos kísérlet mind a diákoknak, mind a tanárnak felejthetetlen élmény lehet. Az önállóan megoldandó fejtörők pedig, akár valamiféle jutalmazással egybekötve, akár anélkül, a tanulók többségét gondolkodásra, megszerzett ismereteik felhasználására készítetik.

Mindezekon a problémákon próbáltunk meg legalább kismértékben segíteni az itt összegyűjtött kísérletekkel – fejtörőkkel. Alkalmazásuk többféleképpen is elképzelhető: egy jól bevált módszer az, hogy a kísérlet elvégzése előtt elmondjuk, mit, s hogyan fogunk csinálni, s pár perc gondolkodási idő után megbeszéljük, hogy ki milyen jelenséget vár – majd a kísérlet elvégzése után megma-

gyaráztatjuk az esetleg a várakozástól eltérő eredményt.

Az is egy megoldás lehet, ha akár az óra legvégén bemutatjuk a kísérletet, és feladjuk házi feladatnak kitalálni a magyarázatot. Ebben az esetben természetesen elengedhetetlen a következő találkozáskor a magyarázat megbeszélése. Vannak esetek, amikor a legcélszerűbb ismertetni a rendelkezésre álló anyagokat, eszközöket, s rákérdezni arra, hogy egy bizonyos eredményt hogyan érhetünk el. Természetesen mindenki saját elképzeléseinek, a tanított diákoknak és a bemutatandó kísérleteknek megfelelően eldöntheti, hogy mikor milyen módszert alkalmaz.

S végül még egy lényeges szempont: az itt összegyűjtött kísérletek nem igényelnek sem bonyolult, sem költséges berendezést, vegyszereket, tehát a legtöbb, még a legrosszabbul felszerelt iskolákban is jól bemutatható.

1. Egy fizikai-kémiai fejtörő

Szükséges anyagok: víz

Eszközök: 1 db Petri-csésze, 1 db pénzérme, 1 db 1 dm³-es lombik, gázegő vagy gertya

Előkészítés: Tegyük a Petri-csészébe a pénzérmét, és öntsünk rá annyi vizet, hogy pont ellepje.

Kérdés: Hogyan lehet kézzel kivenni a pénzérmét úgy, hogy ne legyen a kezünk vizes? (A vizet átönteni nem szabad! A lombikot és a gázegőt használhatjuk.)

Végrehajtás: Melegítsük a lombikot úgy, hogy a szájánál minél kevésbé melegedjen fel. Állítsuk a vízbe szájával lefelé a pénzérme közelébe. Rövid idő múlva a víz a lombikba nyo-

mul, az érme száraz lesz. Az idő lerövidíthető, ha hideg vizes ruhával hűtjük a lombikot.

Magyarázat: A lombikban lévő meleg levegő nyomása lehűléskor csökken, ezért a víz beszívódik a lombikba és az érme szárazon marad.

Egy másik fizika-kémiai fejtörő

Kérdés: Hogyan lehet a tojást egészben bejuttatni a lombik belsejébe?

Szükséges anyagok: papír, gyufa, megtisztított keménytojás

Eszközök: 1 db 1 dm³-es lombik

Végrehajtás: Gyűjtünk meg a papírt, és dobjuk bele a lombikba. Ha elégett, tegyük rá a tojást a lombik szájára. A tojás hamarosan beszívódik a lombikba. (A beszívódást siettetni lehet, ha a lombik alját hideg vízzel hűtjük.)

Magyarázat: A papír égésekor felmelegszik a levegő a nyitott lombikban, így a gázok állapotegyenlete alapján ($pV = nRT$) a nyitott lombikban lévő levegő anyagmennyisége csökken. Ha lezárjuk a lombik száját a tojással, ahogy hűl le a gáz, csökken a nyomása, ezért szívja be a tojást.

3. Nyomáscsökkentés kémiai reakcióval

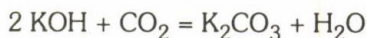
Kérdés: Hogyan lehet megoldani a 2. kísérletben leírt feladatot, ha vegyszerekkel is rendelkezünk?

Szükséges anyagok: kalcium-karbonát, 1:1 arányban hígított sósav, 50 cm³ telített kálium-hidroxid

Eszközök: gázfejlesztő berendezés, 1 db 100 cm³-es főzőpohár, 1 db 1 dm³-es lombik

Végrehajtás: A kalcium-karbonátból sósavval állítsunk elő szén-dioxid-gázt a gázfejlesztő berendezésben, töltsük meg a lombikot vele. Öntsük a lombikba a kálium-hidroxid-oldatot, majd zárjuk le a száját a tojással. A tojás pillanatok alatt beszívódik a lombikba.

Magyarázat: A kálium-hidroxid-oldat megkötö a szén-dioxidot:



így a lombikban jelentősen csökken a nyomás, ezért csúszik be a tojás.

4. Diffúzió és adszorpció

Szükséges anyagok: bróm, darabos aktív szén

Eszközök: 1 db 1 dm³-es edény dugóval, pipetta

Végrehajtás: A pipetta segítségével cseppentsünk az edény aljára néhány csepp brómot, zárjuk le az edényt. Figyeljük meg, 2-3 perc alatt az edényt, vörösbarna brómgőzök töltik meg. Szórjunk az edény aljára 2-3 vegyszeres kanál darabos aktív szenet, zárjuk le az edényt, majd rázzuk össze a tartalmát 3-4-szer. Figyeljük meg, hogy a vörösbarna szín eltűnik.

Kérdés: Mi történt? Elemezzük a változásokat!

Magyarázat: A folyékony, párolgó bróm gőzei diffúzióval szétterjednek az edényben. A nagyfelületű aktív szén adszorbeálja a brómgőzt, ezért tűnik el a szín.

5. Gázok diffúziója szappanhártyán keresztül

Kérdés: A szén-dioxid-atmoszférában hogyan változik a szappanbuborékok mérete?

Szükséges anyagok: 20 cm³ szappan-oldat, 50 cm³ szárazjég

Eszközök: 2 cm³-es henger alakú üvegcád, húzott végű üvegcső

Végrehajtás: Készítsünk elég tömény szappan- (mosogatószer-) oldatot, az oldat viszkozitását glicerinnel növeljük. Az üvegcád aljára terítsük szét egyenletesen a szárazjeget, és várjuk meg, míg a szén-dioxid-atmoszféra kb. az üvegcád feléig ér. Fújjunk 2-3 cm átmérőjű szappanbuborékokat az üvegcádba, és figyeljük meg, milyen változás következik be!

Tapasztalat: A szappanbuborékok a levegő-szén-dioxid határfelületig lesüllyednek, majd ott lebegnek, miközben az átmérőjük kb. kétszeresére nő, és kb. 1 perc múlva szétpukkannak.

Magyarázat: Mielőtt a reakció magyarázatával foglalkoznánk, érdemes azt is megvizsgálni, hogy a kísérlet elvégzése előtt melyek a leggyakoribb elképzelések az eredményről. Többnyire a következő vélemények hangzanak el:

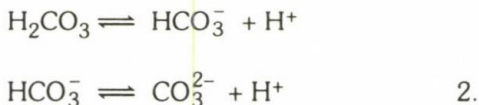
1. Mivel a szén-dioxid-gáz sűrűsége nagyobb a levegőénél, s mivel a szappanbuborékoké nagyjából megegyezik a levegőével, ezért a szappanbuborékok „megállnak” a levegő - szén-dioxid határfelületén.
2. Mivel a szárazjégből származó szén-dioxid-atmoszféra hidegebb, mint a szobahőmérsékletű (kb. 25°C) levegő, ezért a szappanbuborékok térfogata a hőmérséklet csökkenése miatt lecsökken.
3. Mivel az apoláros gázok (oxigén, nitrogén, hidrogén, szén-dioxid...) diffúziójának sebességét elsősorban a gázok mérete határozza meg, ezért a buborékok belsejéből a levegő gyorsabban diffundál ki, mint a szén-dioxid be. Emiatt a szappanbuborék térfogata csökken.

A tapasztalatok birtokában megállapíthatjuk, hogy mindössze az 1. vélemény egyezik a valósággal.

A buborék növekedése csakis úgy magyarázható, hogy a szén-dioxid diffúziója valami módon gyorsabb, mint a levegő egyéb alkotórészeié. Ez a diffúzió akkor lehet gyorsabb, ha a mechanizmusa más, mint a többi gázé. S valóban ez következik be. A szappanbuborékot alkotó hártya ugyanis egy vékony vizes oldat, mely ráadásul a szappan oldódása miatt lúgos kémhatású. Az oxigén, nitrogén, ... ebben az oldatban csak fizikailag oldódik, s az oldódás mértéke nem is túl nagy: 25°C-on 100 cm³ vízben mindössze 0,0029 g levegő oldódik. Ez a kismértékű oldódás a magyarázata annak, hogy a levegő diffúziója lassú. A vizes oldatba beleoldódó szén-dioxid azonban a vízzel kémiai reakcióba lép:



Az így keletkező szénsav viszont disszociációra képes:



Mivel a szappanoldat lúgos kémhatású, így a 2. egyenletrendszerben szereplő egyensúlyok a H⁺-ion termelődés irányában vannak eltolódva. A vizes oldatban a szén-dioxid főként

HCO₃⁻ -ion formájában van jelen, így könnyebben mozog, mint a többi gáz. A szappanhártya belső oldalán viszont a szén-dioxid koncentrációja (parciális nyomása) kicsi, így az 1. egyenlet a szén-dioxid keletkezésének irányában van eltolva. Mivel a fizikai oldódáshoz képest ezek gyors folyamatok, így a szén-dioxid diffúziója lényegesen gyorsabb a szappanbuborék belseje felé, mint a levegőé a szappanbuborék belsejéből a szén-dioxid-atmoszférába.

A kísérletet szárazjég hiányában megpróbálhatjuk úgy is elvégezni, hogy a szén-dioxidot helyben fejlesztjük. Ebben az esetben a fejlődő gáz örvénylése miatt kevésbé követhető nyomon a reakció, és a buborékokat nehezebb az edénybe fújni.

Irodalom:

- [1.] Buza Ágnes: Szakdolgozat, ELTE 1991. Szervetlen és Analitikai Tanszék
- [2.] Fizikai kísérletek gyűjteménye szerk: Juhász András, Tankönyvkiadó-Typotex Budapest, 1992.
- [3.] F.P. Platonov: Előadási kísérletek az általános és szervetlen kémiához, Moszkva, 1976.
- [4.] Journal of Chemical Education 55, 807. (1978) Millikan, R.C.



A Fórum című rovatunkban azoknak a véleményeknek, gondolatoknak adunk helyet, amelyek közvetlenül a kémiatanításról szólnak,

annak jobbítását célozzák meg. Nincs szándékunkban vitát provokálni, de a véleményeket, ellenvéleményeket szívesen ütköztetjük.

Varga Attila

Erősebb alapozást a kémiának!

Biztosra veszem, hogy a kémia tanítása, tanulása sorsa ma már 7. osztályban eldőlt. Az a tény, hogy oly sok tanítványnak túl nehéznek találja a kémiát, hogy jó néhányuk elbátortalanodik a kémia tanulásától, netán néhányuk meg is „csömörlik” tőle, nagy mértékben a rossz kezdésnek, a nem megfelelő „alapozásnak” köszönhető.

A jelenleg még érvényben lévő tanterv nagyon kevés időt, kb. 12 órát hagy az ún. kémiai alapismereteknek és máris az anyagszerkezetre tér át. Ráadásul az egész 7. osztályos tananyag koncepciója kifogásolható, mivel először a legegyszerűbb „építőelemeket”, az elemi részecskéket ismerteti meg, ebből felépíti az atomokat, az atomokból az összetettebb kémiai részecskéket, a molekulákat, majd a legvégén (kb. a 42. óránál) jut el az anyagi halmazok tanulmányozásához. A rövid bevezetéstől eltekintve igazából csak ekkor kezd a kémia praktikussá, életszerűvé, gyerekkelévé válni, s ez már valószínűleg késő!

A II. és III. tárgykörben megtanult sok-sok fogalom és elméleti ismeret „megüli a gyerek gyomrát”, nem látja ezek közvetlen gyakorlati értelmét, sokmindent megtanul, de nem tudja miért és mi haszna mindennek. Úgy is mondhatnánk, hogy „a fától nem látja az erdőt”.

Pedig jobb lenne először az „erdőt” tanulmányozni, az összetett anyagi rendszereket: a

keverékeket, az oldatokat, a kolloidokat, hiszen ezek veszik körül, ezek töltik ki az életét, sőt testének anyagát is. Ezeknek az összetett rendszereknek a szétválasztásával juthatnánk el a kevésbé összetetteken át az egyszerűekig. Az elemek részekre bontása juttathatná el a gyerekeket az atom fogalmához, s az atomok felbontásával kaphatnánk meg az elemi részecskéket. Majd az atomokból kiindulva, az ionokon, molekulákon keresztül ismét visszajuthatnánk az anyagi halmazokhoz ill. rendszerekhez.

Nagyjából ez a koncepció olvasható ki a 7. osztályos munkatankönyvből (írta: Rácz Fodor Benő, 1986) és ez mindenképpen a javára írható. A másik általánosan ismert tankönyv (írta: Kecskés Andrásné-Rozgonyi Jánosné, 1985) is jól használható, ha az első tárgykört átdolgozzuk és kibővítjük, valamint a 7-es, 8-os tananyagot kissé átrendezzük. Az alábbiakban ehhez szeretnék bemutatni egy tananyagbeosztást és tematikát, amelyben teljesen új feldolgozás csak a 7-es I. tárgykörben lenne, melynek az „Ismerkedés a kémiával” címet adtam. Véleményem szerint az itt közölt tematika alapján e tárgykör kellő megalapozást nyújt a további tanulmányokhoz, nemcsak azért, mert kissé szélesíti az ismeretek körét, hanem főleg azért, mert gyerekkelévé, így életszerű, rávezeti a tanulót a kémiatanulás értelmére, szükségszerűségére, a kémia fontosságá-

ra úgy a gondolkodásunkban, mint a gyakorlati életben.

(Az „Ismerkedés a kémiával” c. témakör jegyzetszerű kidolgozása folyamatban van, az első 9 téma már teljesen elkészült, mely összesen 13 óra anyagát öleli fel.)

Az alábbi tematikát az alkotó és újíto szellemű kémiatanárok figyelmébe ajánlom. Talán ennek segítségével is tudnak vállalkozni a kémia tantárgy alapjának megerősítésére a következő tanévtől kezdve. Ehhez kívánok sok ötletet, jó munkát és sikereket!

7. osztály: évi 53 óra

1. félév: 19 óra (19 hét)

2. félév: 34 óra (17 hét)

I. Ismerkedés a kémiával: 29 óra

1. Bevezetés (1 óra)
2. A Világmindenség és benne szűkebb környezetünk (1 óra)
 - A kozmikus anyagi rendszerek (halmazok)
3. A Föld, mint anyagi rendszer (1 óra)
 - Egyszerű-összetett, szerves-szervetlen, élő-élettelen anyagok
 - A hidrogén
4. Az ember és környezete (2 óra)
 - Természetes-mesterséges, környezetbarát-környezetidőgen anyagok
 - Az oxigén
 - A szén-dioxid
5. Környezetünk összetett anyagai (2 óra)
 - Összetett anyagok: keverékek (elegyek, oldatok, kolloidok), vegyületek
 - Homogén-heterogén anyagi rendszerek
6. Az oldatok (2 óra)
 - Oldatok, oldás, oldhatóság, töménység, tömegszázalék
 - Híg- és tömény oldat, hígítás-töményítés, telített és telítetlen oldat, fagyáspont-csökkenés
 - Mitől függ az oldhatóság?
 - Egyszerű feladatok

7. Tanulókísérleti óra: keverékek, oldatok, kolloidok (1 óra)
 - Új ismeret: szétválasztási műveletek
8. A víz összetett anyag (2 óra)
 - Természetes és „mesterséges” víz, ivóvíz és ipari víz, kemény víz és lágyvíz, édesvíz, tengervíz és gyógyvíz
 - A víz összetett anyag
 - A vízmolekulák között gyenge (másodrendű) kapcsolat- ennek felbontása fizikai változás
 - A vízmolekulákban belül erős (elsőrendű) kapcsolat- ennek felbontása kémiai változás (új anyagok keletkeznek)
9. Tanulókísérleti óra: a víz (1 óra)
 - Új ismeret: a kristályvíz
10. A konyhasó is összetett anyag (1 óra)
11. Tanulókísérleti óra: a konyhasó (1 óra)
12. Az elektród anyaga: a grafit (1 óra)
13. Részösszefoglalás (1 óra)
 - Részecskék, kristályok, változások
14. Összefoglalás (1 óra)
 - Összetett és egyszerű anyagok
 - Új ismeret: egy- és többkomponensű anyagok
15. Az 1. témazáró dolgozat megíratása (1 óra)
16. A levegő, mint összetett anyag (3 óra)
17. Legősből mesterséges anyagaink: a fémek (1 óra)
18. Részösszefoglalás (1 óra)
 - Elemek
19. Tanulókísérleti óra: a fémek (1 óra)
20. Összefoglalás I. (1 óra)
 - Az anyagi halmazok (rendszerek) csoportosítása
21. Összefoglalás II. (1 óra)
 - Az anyagi halmazok (rendszerek) felépítése
22. Gyakorlás (1 óra)
 - Anyagi halmazok
 - Számítások

23. A 2. témazáró dolgozat megíratása az egész tárgykör anyagából (1 óra)
Megjegyzés: a tematika további része a jelenleg általánosan használt tankönyvekhez igazodik.
 – A Kecskés Andrásné-Rozgonyi Jánosné: Kémia 7. c. tankönyvben az anyag az 54. oldaltól folytatandó.
 – A Rácz Fodor Benő: Kémia 7. c. tankönyvben az anyag a 74. oldaltól folytatandó.

II. Atomok és elemek: 9 óra

1. Az anyagmennyiség
2. Az atom felépítése
3. Az elektronburok szerkezete
4. Gyakorlás: atomszerkezet
5. Az atomszerkezet és a periódusos rendszer
6. Gyakorlás: az atomszerkezet és a periódusos rendszer
7. Összefoglalás: atomok és elemek
8. Gyakorlás: atomok és elemek
9. A 3. témazáró dolgozat megíratása: atomok és elemek

III. A kémiai kötés: 15 óra

1. A nemesgázok és a nemesgázszerkezet
Az azonos atomok kapcsolódása:
2. A hidrogén és a klór
3. Az oxigén és a nitrogén
4. A gyémánt (és a grafit)
5. A fémek
6. Részösszefoglalás: az azonos atomok kapcsolódása
7. Gyakorlás: az azonos atomok kapcsolódása
A különböző atomok kapcsolódása:
8. A hidrogén-klorid
9. A víz, az ammónia és a metán
10. Az atomok elektronvonzó képessége
11. Az ionkötésű vegyületek

12. Részösszefoglalás: a különböző atomok kapcsolódása
13. Összefoglalás: a kémiai kötések
14. Gyakorlás: a kémiai kötések
15. A 4. témazáró dolgozat megíratása: a kémiai kötések
Megjegyzés: A munkatankönyv használata esetén a fenti tematika átdolgozandó.
 – A kémiai reakciók c. tárgykör teljes egészében a 8. osztályba került. Ez azért előnyös, mert a kémiai egyenletek szerkesztése nem a tavaszi időszakra esik, mely időszak a tapasztalat szerint nem volt hatékony.

8. osztály: évi 72 óra

1. félév: 38 óra (19 hét)
2. félév: 34 óra (17 hét)
- I. Ismétlés: 3 óra
- II. Kémiai reakciók: 15 óra
- III. Szervetlen kémia: 34 óra
 Nemfémes elemek és vegyületeik: (17 óra)
 Fémes elemek és vegyületeik: (16 óra)
- IV. Szerves kémia: (17 óra)
- V. Év végi ismétlés: 3 óra

Irodalom:

- [1.] Deák György: Általános iskolai kémia tanterv-Múlt, jelen és jövő. Iskolakultúra-Természettudomány, II. évf., 17-18. szám, Országos Köznevelési Intézet, 1992., 22-27. oldal.
- [2.] Dr. Deák György: Gondolatok a kémiaoktatás múltjáról és jövőjéről. Hogyan alapozunk a kémia tanításában? BDTF Kémia Tanszéke, Szombathely, 1992., 22-28. oldal.
- [3.] Dr. Deák László-Dévényi Istvánné-D. Siposné Dr. Kedves Éva: Kémia 8. Tankönyvkia-dó, Budapest, 1987.
- [4.] Halász Gábor: Az oktatás jövője és az európai kihívás. Élet és tudomány, 51. sz., 1991. XII. 20., 1604-1608. oldal

- [5.] Hortobágyi Éva-Rónay Viktorné: Mit tekintünk kémiai alpműveltségnek? Hogyan alapozunk a kémia tanításában? BDTF Kémia Tanszéke, Szombathely, 1992., 8-14. oldal.
- [6.] Horváth Lászlóné-Homonnai Erzsébet és Kocsisné Zalán Judit írása a „Metodika” c. kiadvány 15. számából. A Heves Megyei Tanács Pedagógiai Intézetének módszertani ajánlásai, 1989., 5-6 és 15-16. oldal.
- [7.] Kecskés Andrásné-Rozgonyi Jánosné: Kémia 7. Tankönyvkiadó, Budapest, 1985.
- [8.] Kiss Zsuzsa-Kecskés Andrásné-Rozgonyi Jánosné: Kémia 8. Tankönyvkiadó, Budapest, 1987.
- [9.] Dr. Lorencz Sándor: Általános kémiai folyamatok megismerésének szerepe a kémia-oktatás alapozásában. A kémia és oktatása, MKE-KTSZ, BDTF, FPI. Budapest, 1972., 71-77. oldal.
- [10.] Dr. Lorencz Sándor: Földönjáró kémiatani-tást! Hogyan alapozunk a kémia tanításá-
- ban? BDTF Kémia Tanszéke, Szombathely, 1992., 3-7. oldal.
- [11.] Medve Imola: A tantervtől szükségszerűen el kell térni. Magyar Hírlap, 1987. október 27. 5. o.
- [12.] Nemzeti Alaptanterv (3. változat), 1992.
- [13.] Oktatási Minisztérium: Az általános iskolai nevelés és oktatás terve, Kémia 7-8. osztály. (Főszerkesztő: Dr. Szebenyi Péter), OPI, 1978., 6-31. oldal.
- [14.] Peterka Gabriella-Bentzik Ferenc: A kémia helyzete egy felmérés tükrében. A kémia tanítása, 1986. 2. XXV. évf., 45. oldal.
- [15.] Rácz Fodor Benő: Kémia 7. Tankönyvkiadó, Budapest, 1986.

Kecskés Andrásné dr.

**Jól felkészültem-e ?
Kémiai feladatsorozatok általános
iskolásoknak 7. 8. osztály**

A sikeres sorozat újabb köteteiként kiadónk most kémiából jelentet meg feladatgyűjteményt az általános iskola 7-8. osztályos tanulóinak. A cél az előzőkhez hasonlóan most is a tananyag jobb megértéséhez, elsajátításához és a tudás leméréséhez nyújtandó segítség. Ennek kiváló eszközei a sokszínű kérdések, feladatok, problémafelvetések, kísérlet-elemzések gyűjteménye, amelyeknek megoldása biztos alapot jelenthet a középiskolai kémia tanulásához is.

Megjelenés időpontja: 1993. szeptember

MOZAIK Oktatási Stúdió



Dr. Rózsahegyi Márta - Dr. Wajand Judit

**Rendszerező kémia mintapéldákkal,
feladatokkal**

A könyv tartalmában igazodik a középiskolák kémia tananyagának tematikájához. A szerzők rendezett logikai rendszerbe foglalják a már megismert tényeket, fogalmakat, összefüggéseket. A mű minden egyes fejezete problémafelvetésekkel kezdődik, ezt követi az elméleti összefoglaló, amely megalapozza a gyakorlati alkalmazást. A bemutatott mintapéldákon keresztül segítséget ad a kémiai számítások, feladatok eredményes megoldásához. A kötet további gyakorló feladatokat tartalmaz, melyek megoldása után a záró fejezetben lévő megoldókulcs segítségével a tanuló ellenőrizheti, értékelheti teljesítményét. A kiadvány kitűnő alapja lehet a felvételizők önálló, sikeres felkészülésének, hatékony eszköze a középiskolai kémia rendszerezett feldolgozásának.

Megjelent, ára: 345,- Ft

MOZAIK Oktatási Stúdió



Fürstné Dr. Kólyi Erzsébet

Látványos kísérletek videokazettán

Akét 60 perces kazettán életre kelnek a Rózsahegyi-Wajand: 575 kísérlet a kémia tanításához (Tankönyvkiadó, Budapest, 1992.) c. könyv legszebb kísérletei, sőt ezen túlmenően több olyan demonstrációban is gyönyörködhetünk, amelyek még ebben a gyűjteményben sem szerepelnek.

Az első kazettán 5 témakörben összesen 39 kísérlet szerepel. A feldolgozott témakörök a következők: 1. Kémiai átalakulások, 2. Az oldódás, 3. A reakciósebesség, 4. A katalízis, 5. Egyensúlyra vezető kémiai reakciók.

A kazetta első 10 perce, amely a kémiai átalakulások sokféleségét és lényegét: az új anyag keletkezését szemlélteti, olyan látványos és érdekes, hogy bármely életkorban kiválóan alkalmas az érdeklődés felkeltésére és fokozására. Hol színes csapadék képződik, hol gáz fejlődik, a lila színű oldat sárgára változik, ha átöntjük egy üres pohárba, a narancssárga „vulkán” szikrázik és zöld „vulkáni hamu” marad vissza, a szintelen, kristályos anyag nagy lánggal ellobban, a fehér „tojásból” melegítés hatására „kigyó” bújik ki. Mind-mind olyan varázslat, hogy nem maradhat közömbös a néző.

A felvétel készítői arra törekedtek, hogy mindig a jelenség legyen a kép középpontjában. Céljuk elsősorban a láttatás, ezért csak minimális szöveggel és grafikával kísérik a bemutatásokat, számítva a vetítést megelőző és követő tanári magyarázatra.

Rendkívül érdekes és kevésbé ismert kísérletek szerepelnek a katalízis szemléltetésére is. Ilyen a tartarationok és a hidrogén-peroxid redoxireakciója, melyet a Co^{2+} -ionok katalizálják. A rózsaszín Co^{2+} -ionok átmenetileg, amíg a katalizátor szerepet betöltik, sötétzöldre változnak, majd a reakció végén a pezsgés megszűnik, az oldat pedig visszanyeri eredeti rózsaszín színét. Az ammónium-nitrát és a cinkpor

erősen exoterm, heves (szikra, füst, stb.) redoxireakcióját néhány csepp víz katalizálja.

A megfordítható kémiai folyamatokat, az egyensúlyt és eltolását igen részletesen, 12 kísérlet bemutatásával és több trükkrajz segítségével dolgozzák fel a szerzők. Olyan gazdag ez az anyag, hogy nemcsak az I. gimnáziumi megfelelő témához, de később a szerves és a szervetlen kémia tanításához is választhatunk innen egy-egy kísérletet. A réz-szulfát és a kálium-jodid egyensúlyi redoxireakciója, a kiváló jód kimutatása, majd a Cu^{2+} -ionok megkötése szintén egyensúlyi folyamatban ammóniaoldattal, illetve ennek az egyensúlynak az eltolása kénsavoldattal, olyan összefüggő egyensúlyi sorozat, amelynek a segítségével meggyőződhetünk arról, hogy tanítványaink valóban értik-e és tudják-e alkalmazni a tanultakat.

A második kazetta 3 témakörben 38 kísérletet tartalmaz. A témák: 1. Sav-bázis reakciók, 2. Redoxireakciók, 3. Elektrokémia I.

Asav-bázis reakciók szemléltetését néhány indikátoroldat (köztük a káposztalé, hagymalé, tea stb.) színének bemutatásával kezdik savas és lúgos közegben. Majd megvizsgálják néhány közismert élelmiszer és tisztítószer kémhatását. Az ammónia- és a sósav szökőkút-kísérlet bemutatása nemcsak itt, de a szervetlen kémia tárgyalásakor is felhasználható. A sav-bázis reakciók egyik egyszerű példája az ammónia és a hidrogén-klorid reakciója, amelynek magyarázatát trükkrajz teszi szemléletessé. Láthatunk egy sav-bázis titrálást, majd két játékos kísérlet következik. Fejtő kérdés is lehet, hogy mi van a pohárban, amikor azok tartalmát összeöntve, hol megpirosodik, hol elszíntelenedik az oldat. A káposztaléba áztatott szűrőpapírra különböző pH-jú oldatokkal 3-4-féle színű képet „feshetnek” a tanulók.

Látványos és változatos kísérletek szerepelnek a redoxireakciók szemléltetésére. Több esetben trükkrajz mutatja a folyamat lényegét: az elektronleadást és felvételt. Képi szempontból különösen szép az alumínium és a bróm reakciója, valamint a termítreakció. A diszproporció és a szinproporció részletes tárgyalása a fakultáció vagy a szakkör programja lehet. Szép, színes kísérlet a mangán különböző oxidációs számú állapotainak kialakítása diszproporcióval, illetve a Cu^{2+} -ionok és a fémréz szinproporciója Cu^{+} -ionná.

Az elektrokémia világos, logikus tárgyalása nem könnyű feladat. Ezért is dicséretes, hogy a kazetta anyagának összeállítói az érdekes és tanulságos „higanyszív” kísérlettel indítanak, majd többféle megoldásban, trükkrajzzal kiegészítve a Daniell-elem példáján a galvánelemek működésének kristálytisztá magyarázatát adják. Ezután egy kevésbé ismert kísérletsorozattal igen logikusan mutatják be, hogy a szilárd réz(II)-klorid, a víz, illetve az acetón nem vezeti az áramot, a só mindkét folyadékban oldódik, de csak a vizes oldat vezeti az elektromosságot. A kísérlet alapján könnyen belátható, hogy az oldódás nem mindig jár együtt disszociációval. A következő kísérletben árammérő műszer segítségével hasonlítják össze erős és gyenge sav és bázis vezetésének a mértékét. Végül a bárium-nitrát példáján mutatják be azt a tényt, hogy az ionrácsos kristályok szilárd állapotban nem, de olvadékban vezetnek.

Régi tapasztalat, hogy a többször látott jelenségre jobban emlékeznek a tanulók, mint az egyszeri bemutatásra. Ezért munkánk során legyünk tekintettel arra, hogy a videofelvételken az „élő” kísérlet mellett és nem ahelyett célszerű felhasználni. Célszerű egy-egy témakör tanításának megtervezésekor megnézni a kazettákon szereplő bő választékot, és megtervezni, hogy mikor és milyen céllal használjuk majd fel a kiválasztott kísérleteket.

A kazetták megrendelhetők és megvásárolhatók az ELTE TTK Oktatástechnikai Csoportjánál, 1088 Budapest, Rákóczi út 5. IV. emelet.

Versenyzők és tanárok figyelem!

A Mozaik Oktatási Stúdió az OKTV III. fordulójának helyszínén (Budapest, ELTE) és az Irinyi János középiskolai kémiaverseny döntőjének helyszínén (Győr) az alábbi könyveket fogja árusítani:

Dr. Rózsahegyi M. - Dr. Wajand J.
**Rendszerező kémia mintapéldákkal,
feladatokkal**
(345,- Ft)

Dr. Rózsahegyi Márta
**Kémia zsebkönyv
középiskolásoknak**
(108,- Ft)

Dr. Rózsahegyi Márta (szerk.)
**Írásbeli érettségi-felvételi feladatok
kémiaiából (1989-1992)**
(180,- Ft)

Várjuk az érdeklődőket!

Dr. Burger Kálmán

Másoddiplomát nyújtó posztgraduális környezetvédő szakosító képzés Szegeden a József Attila Tudományegyetemen

Hazánkban a környezetvédelem sajnos nem kapja még meg azt a figyelmet, amely nélkül a modernizálódó társadalom fejlődése elképzelhetetlen. Ehhez a lakosság szemléletváltozására lenne szükség. A magyar közoktatásügytől, ezen belül is elsősorban a természettudományokat oktató tanároktól remélhetünk érdemi változást.

E cél segítésére 1991 februárjában megalakult Szegeden a József Attila Tudományegyetem, a Juhász Gyula Tanárképző Főiskola, a Szent-Györgyi Albert Orvostudományi Egyetem és a Kertészeti és Élelmiszeripari Főiskola megfelelő tanszékeiből a Környezet- és Természetvédelmi Kutatás, Regionális Centrum (KÖTKORC). A résztvevő intézmények vállalt feladata a dél-alföldi régióban folytatott környezetvédelem egyetemi, főiskolai és posztgraduális oktatásának megszervezése, illetve továbbfejlesztése. Tevékenységükhöz hathatós támogatást adott az OMFB, a TEMPUS pályázat és a Felzárkózás az Európai Felsőoktatáshoz Alap (FEFA).

1993 szeptemberétől megindítjuk a posztgraduális másoddiplomát nyújtó környezetvédő képzést. A szakosító továbbképzésre azok nyerhetnek felvételt, akik egyetemen vagy főiskolán szerzett kémia-, biológia-, földrajz szakos tanári vagy vegyész-, biológus-, geológus-, geográfus-, orvosi-, gyógyszerész-, műszaki-, mezőgazdasági-, élelmiszeripari diplomával, szakmérnöki oklevéllel rendelkeznek.

A tanulmányi idő alatt a szakosító képzésben résztvevők a JATE esti tagozatos hallgatóinak minősülnek, rájuk nézve az idevonat-

kozó jogszabályok és az Egyetem Tanulmányi és Vizsgaszabályzata érvényes.

A szakosító képzésre felvételi vizsgát nem kell tenni. A felvételtől a JATE TTK dékánja által megbízott bizottság dönt a jelentkezési anyag alapján.

A képzés önköltséges. A tandíj félévenként előreláthatóan kb. 25 000 Ft.

A felsőfokú végzettséggel rendelkezők számára további, rövidebb, néhány hetes és hónapos intenzív tanfolyamokat is szervezünk.

A részletekről (tématerről, tematikáról) készséggel ad részletes felvilágosítást Dr. Galbács Zoltán egyetemi docens (6701 Szeged, Dóm tér 7., Pf.: 440.; Tel.: 62/311-622/270; Fax.: 62/312-505).

Pálvölgyi Imre

A lakmusz-indikálástól az átfogó érvényű Uszanovics-féle sav-bázis elméletig I. rész

Fennek a tanulmánynak a megírásával az a célom, hogy megismertessem a kémiai tanító kartársaimmal az Uszanovics-féle sav-bázis elméletet, mint ebben a tárgyban mindeddig a legátfogóbb érvényűt. Ezt az elméletet nálunk csak kevesen és felszínesen ismerik. Kitűzött célomat el nem érhetném, ha nem ismertetném azokat az elméleteket is, melyek Uszanovics elmélete előtt keletkeztek. Bár ezek ismert és alkalmazott elméletek, a szakirodalomban is könnyen hozzáférhetőek, mégis szükségesnek tartom a tárgyalásukat a következő miatt:

1. A jelenlegi általános- és középiskolás tananyag sav-bázis szemlélete Brönsted elméletére épül [Victor A. 1989], tehát csak a protolitikus folyamatok területére korlátozódik. Lewis elméletéről, és Lux elméletéről csak futólagos említést tesz a tananyag. Mint arra rá fogok mutatni, ezek az elméletek is létjogosultak olyan esetekben, melyekben Brönsted elméletének nincs értelmezése.
2. Az összefüggések megláttatását és az általánosításokat csak így vélem megvalósíthatónak. Ezen azt kell érteni, hogy Uszanovics átfogó jellegű elméletébe való tartozásukat nem mutathatom be meggyőzően maguknak az eredeti elméleteknek a tárgyalása nélkül. Mellőzésükkel a hivatkozásaim is tartalmatlanok, légüres térben függők volnának.
3. Mindegyik elmélet példákkal bőven illusztrált és részletes tárgyalásával, továbbá a lényeg kiemelésével kollegáim munkáját szeretném megkönnyíteni; a pedagógusok önképzése, a szakköri témaként felhasználás és a tanítási órákon való alkalmazás szempontjai is vezéreltek. Ha csak a pusztán elméletet akarnám ismertetni, minden

állításra, speciális esetre elegendő lenne egy-egy példát hoznom. A többi példával a válogatás lehetőségét szeretném biztosítani, egyben ösztönözni továbbiak keresésére is.

4. Tudománytörténeti áttekintés szempontjából is a választott utat érdemes követnem.

I. A sejtésektől az elméletekig vezető úton

1. A felszínes benyomásoktól az elméletekig, majd a törvényekig

A sav-bázis elméletek a savnak, illetve a bázisnak a mibenlétét határozzák meg, beleértve ezek reakcióit is. Egyes elméletek homogén rendszerekben, oldatokban, mások heterogén rendszerekben, különböző fázisok között lezajló folyamatokat írnak le és értelmeznek.

Több évszázad sok-sok megfigyelése, később már tervszerű kutatása eredményezte azt, hogy a kezdeti, csupán a **külső tulajdonságok** alapján jellemzett sav, illetve bázis fogalmától az **anyagi összetétel** szerinti magyarázatokon keresztül az **anyagok finom szerkezete** ismeretén alapuló modern elméletekig eljuthassunk.

A belső finom szerkezet, vagyis a **kémiai kötések**, a **töltéseloszlás** és a **térbeli elrendeződés** ismeretében nyílik csak lehetőség a sav és a bázis fogalmának pontos, szabatos kialakítására. A napjainkban alkalmazott sav-bázis elméletek ilyen alapokból indulnak ki többnyire, azonban egyikük sem tekinthető ab-

szolút általános érvényűnek, sem pedig lezárt-nak. Általánosan elfogadott nézet jelenleg, hogy tulajdonképpen pontatlan savról vagy bázisról beszélni, helyesebb a **savasan vagy bázisosan reagáló anyagok** terminológiát használni. Ezt a felfogást az indokolja, hogy valamely anyag sav vagy bázis jellegének megnyilvánulását a **reakciópartner** is befolyásolja. Ilyen értelemben az anyagokat amfoter (kettős jellemű, felemás) tulajdonságúaknak kell felfognunk.

Napjaink sav-bázis kutatásainak egyik törekvése a **korrespondáló sav-bázis párok közötti potenciálkülönbség mérése**, amely ma még nehézségekbe ütközik. Amennyiben ezt a nehézséget sikerül leküzdeni, lehetőség nyílik a mennyiségi összefüggések feltárására, ezek alapján pedig az elméletnek egzakt törvénnyé való fejlődésére. Ez esetben a jelenségek ellentmondásoktól mentesen, egységesen értelmezhetők lesznek, másrészt kapcsolatot lehet teremteni a sav-bázis reakciók és a redoxifolyamatok között, valamint a komplexképző reakciók és a komplex vegyületek reakciói is ezzel az egységes elmélettel magyarázhatóvá válnak. Az új, általános érvényű elmélet, illetve törvény keretein belül megkülönböztethetők maradnak az egyes csoportok jellegzetességei, s bizonyára a közömbösítés jelensége is végleges, megnyugtató értelmet kap majd.

2. A „sav” és a „bázis” szó a magyar nyelvben

A „sav” szót Erdély főorvosi tisztét betöltő kiváló tudós, *Nyulas Ferenc* alkotta, s több más, általa alkotott magyar kémiai kifejezéssel együtt használta „Az Erdély ország orvos vizeinek bontásáról közönségesen” című könyvében, amely Kolozsvárott jelent meg 1800-ban. Valószínű, hogy a sav szót a savanyú szó lerövidítésével hozta létre, ezzel az akkoriban savnak ismert vegyületek híg vizes oldatainak közismert külső tulajdonságára, azaz savanyú ízére utalva. Más elképzelés szerint a sav szó eredete lehetett a „só” szónak az a régies alakja is, amelyet ma is használunk a „Megadja a savát, borsát” kifejezésben, „Meg-

adja a sóját, borsát” értelemben, akár az ételek ízesítésére, akár a mondanivalónk választékos megfogalmazására gondolunk. *Nyulas* igen járatos volt kora kémiai tudományában, nyilván jól tudta, hogy az általa „kémiai értelemben vett sav” és a megfelelően választott anyag reakciójának „só”, régies nyelvi alakban „sav” a terméke.

A „bázis” kifejezést lényegében változatlan alakban vette át a magyar szóhasználat a XVII. századi nemzetközi szakkifejezések közül. E szó eredetéről a későbbiekben lesz szó. A bázisok vizes oldatát ma is nevezzük „lúg”-oknak, ez pedig a német *die Lauge* szóból származik. Használjuk az „alkáli” és az „alkália”, „alkálikus” kifejezést is, mely arab eredetű szó. A középkor arab alkimistái a fahamuból nyerhető síkos tapintású, lúgos kémhatású anyagot (hamuzsír) illeték ezzel a névvel.

3. A XVII. század kémikusainak felfogása a savakról és a bázisokról

A vegyületek nemzetközi tudományos nevezéktanában ma is használják a latin eredetű „acidum” szót. Ez a szó mind az írott, mind a kimondott formájában nagy hasonlóságot mutat az „acetum” (magyarul: ecet) ókori latin szóhoz. A hasonlóság nem véletlen. Bizonyára a savak híg vizes oldatainak savanyú íze alapján kívántak a középkor kémikusai az ecet savanyú ízére utalni, ezzel pedig a külső tulajdonságaik alapján rokonítani, közös csoportba sorolni bizonyos vegyületeket.

Az előzőekben már említett „bázis” szó ókori görög eredetű, magyarul alapot jelent. Kémiai szakkifejezéssé a középkorban válhatott, használata a XVII. században lett általánossá, főként *Otto Tachenius* velencei természettudós működése nyomán. 1666-ban *Tachenius* könyvet jelentetett meg „Hippocrates Chemicus” címmel. E művében használja a „sav” és a „bázis” kifejezést, egyebek között még azt a felismerését is, hogy a **sók valamely alkáliból és savmaradékból állnak**.

Az „alap” jelentéstartalmú „bázis” szó kémiai értelme logikai magyarázatra szorul:

Már a középkori alkimisták is tapasztalták, hogy a savak maradék nélkül elpárolognak, ha porcelán tégelyben hevítik azokat. Tapasztalták továbbá, ha az illető savat valamilyen alkáliával vagy „földdel” (fém-oxiddal), esetleg egyéb más anyaggal, pl. fémekkel vagy karbonátokkal hozzák össze, bizonyos kémiai változás következtében olyan új anyag (só) áll elő, amely már a hevítést jól tűri, nem illékony. A korabeli észjárással ezt a tapasztalatot úgy magyarázták, hogy a sav az alkáliákban, illetve az említett egyéb anyagokban megtalálja a maga alapját, bázisát, mellyel együtt már nehezen illó vegyületet alkot.

Robert Boyle az 1663-ban megjelent egyik dolgozatában beszámol arról a tapasztalatáról, hogy a savak és a bázisok megváltoztatják a bizonyos növényi festékek (indikátorok) színét. Egy 1669-ben közzétett másik munkájában összefoglalta a savakról és a bázisokról szerzett ismereteit is. Ezek szerint:

A savak vizes oldatukban savanyú ízűek, tömény állapotban maró hatásúak, sok anyagot feloldanak, a krétával gázt fejlesztenek, a lakmusz színét pirosra változtatják. Bázisokkal reagálva mindezen tulajdonságukat elveszítik.

A bázisok vizes oldatukban sáros tapintásúak, tömény állapotban a bőrt marják, némely savban oldott anyagot oldatából kicsapnak, a lakmusz színét kékre változtatják. Mindezen tulajdonságukat elveszítik, ha savval reagálnak.

Az eddigiekből kitűnik, hogy a XVII. század vegyésze még az anyag külső tulajdonságai alapján kísérte meg a sav és bázis fogalmát kialakítani, jelenségeit magyarázni. Az adott körülmények között mást nem is tehetett.

II. Kutatások a savasság hordozójának megtalálására a XVIII-XIX. században

A külső tulajdonságok alapján kialakított sav-bázis fogalom a kémikusokat nem elégítette ki, ezért az anyagi összetételben rejlő magyarázatokra fordították a figyelmüket. Minde-

nek előtt a savasság hordozóját, a savi tulajdonságokat előidéző részecskét igyekeztek megtalálni. Ez a törekvés a jellemző még a múlt század vége felé keletkezett Arrhenius-Ostwald elméletre, némileg pedig a századunk első negyedében formába öntött Brønsted-Lowry elméletre is. Bár ez utóbbi az anyagok amfotériájára és – bár talán még nem tudatosan – a belső finom szerkezetére is épít, hiszen a protonok megkötődése inert elektronpár jelenlétét feltételezi a molekulában, a savas tulajdonságokért felelős részecske felkutatásának szándéka nyilvánvaló az elméletben. E két elméletre itt csak előre utaltam. Ezek sokkalta döntőbb jelentőségűek, mint az őket megelőző elképzelések, ezért mindkettőt érdemben tárgyalni fogom a későbbiekben.

Az adott keretek között nem célok minden fölmerült elképzelés ismertetése. Közülük csak a legjelentősebbeket említem meg, főként olyanokat, amelyeknek egyik-másik részlete a későbbiek során is használhatónak bizonyul.

Lavoisier (1743-1794) az oxigénben vélte megjelenni a savképző elemet. Ebből az elképzelésből mindössze csak annyi igaz, hogy létezik oxigént tartalmazó savak is.

Davy (1778-1829) elektrokémiai kísérletei alapján úgy vélte, hogy a molekula szerkezetében kell keresni a savas tulajdonságok okát. Tisztázta a sósav összetételét is, megállapítva róla, hogy – ellentétben Lavoisier és mások véleményével – oxigént nem tartalmaz.

Berzelius (1779-1848) elektrokémiai magyarázata szerint a részecskék vagy pozitív vagy negatív töltéssel rendelkeznek, s egymással való reakciójuk során valamelyik töltés feleslegben marad. Szerinte a pozitív töltések feleslege a savas kémhatást, a negatív töltéseké a bázikus kémhatást eredményezi.

Liebig (1803-1873) főként a saját elemző munkája során nyert megfigyeléseire, de sok kémikus elődje tapasztalataira alapozva is, a következőket állapította meg:

A savak fémmel helyettesíthető hidrogénből és negatív jellemű – elemi vagy összetett –

savmaradékgyökből állnak. A savak funkciója az, hogy a bázisokkal sókat alkotnak.

A savképző elem a hidrogén: A savak savas volta nem az oxigéntartalmuk, hanem a hidrogéntartalmuk következménye. A savmolekulák fémmel helyettesíthető hidrogénatomjainak számától függően léteznek egy-, két- és több értékű (bázisú) savak.

A **bázisok** az elemi vagy az összetett pozitív gyökök hidroxilvegyületei. A bázikus tulajdonságok hordozója a negatív jellemű hidroxilgyökök.

A sav-bázis kutatások klasszikus korszaka lényegében Liebiggel lezárult, elérte azt, amit elérhetett. Kialakultak a pozitív és negatív alkatrészek fogalmán kívül az oxisav, a haloid-sav, az amfidsav, a savanhidrid vagy anhidrosav a savmaradék, a bázisanhidrid, a bázismaradék stb. fogalmai is.

III. A hidrogéniontól a kvantummechanikai sav-bázis elméletig.

Hbben a fejezetben azokról az elméletekről lesz szó, melyeket a sav-bázis folyamatok egy-egy esetének magyarázó elveként ma is alkalmazunk. Néhány kisebb jelentőségű, inkább módosító jellegű elméletet külön nem említék meg, hanem csak az érintett „főelmélet” egységes rendszerébe építve.

1. Arrhenius-Ostwald disszociációs- és sav-bázis elmélete (1887., 1894.)

Ez az elmélet is klasszikusnak számít ma már, megjelenésével azonban okvetlenül előbbre vitte a tudományt. Arrhenius disszociációs elmélete nem csupán a sav-bázis szemléletet fektette új alapokra, hanem kihatott a kémia több területére, számos jelenségnek magyarázatául szolgált.

Az elektrolitos disszociáció elméletének olyan előzményei voltak, mint például Davy és Faraday elektrolízises kísérletei, Bezeliusz elkép-

zelései a részecskék elektromos töltéséről, a Hittorf-féle átviteli számok stb. Kétségtelen, hogy Arrhenius elmélete a savasságot hordozó részecske felkutatásának jegyében, tehát az anyagi összetételben rejlő magyarázat keresése közben született, azonban évszázados távlatból visszatekintve mégiscsak egy – bár nem tudatos – lépésnek tekinthetjük az anyag finom szerkezetének megismerése felé.

Ostwald a tömeghatás törvényének alkalmazásával meghatározta a víz disszociációs egyensúlyi állandóját, megállapította a közömbösítés lényegét és az azt kísérő reakcióhőt. Sok más tudós közreműködésével az Arrhenius-Ostwald-féle elméletet mennyiségi alapokra állították a későbbiek során.

Az elmélet lényege

- a) A savasság hordozója a hidrogénion (H^+ -ion). Sav minden olyan anyag, amely vizes oldatában hidrogéniont disszociál.

Szimbolikusan:

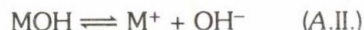
sav = hidrogénion + savmaradék-anion



- b) A bázikus tulajdonságok hordozója a hidroxidion (OH^- -ion). Bázis minden olyan anyag, amely vizes oldatában hidroxidiont disszociál.

Szimbolikusan:

bázis = kation + hidroxidion

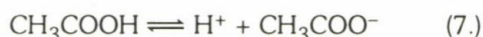
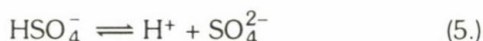
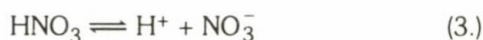


- c) A közömbösítés vagy semlegesítés a sav hidrogénionjainak és a bázis hidroxidionjainak egyesülése vízmolekulává. Erős savak és erős bázisok vizes oldatának reakciójakor ezt a folyamatot 57,3 kJ/mol neutralizációs hő kíséri.

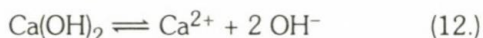
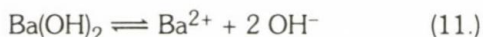


$$Q = -57,3 \text{ kJ/mol}$$

Mai szóhasználatnál elve: **A sav proton-donor.** A több értékű savak lépcsőzetes disszociációját és ezeknél az összegreakciót is figyelembe véve:

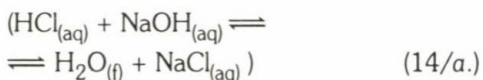
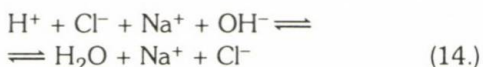


Az Arrhenius-bázisok (hidroxid-bázisok) néhány példáját tekintve:

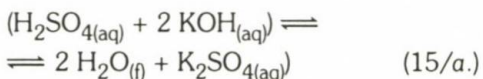
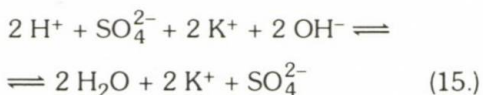


Példák közömbösítésre:

sav + bázis $\rightleftharpoons$ víz + disszociáltan maradt ionok



$$Q = -57,3 \text{ kJ}$$



$$Q = -114,6 \text{ kJ}$$

A reakcióegyenletekből kihagyva a továbbra is disszociált állapotban maradt, vagyis változást nem szenvedett ionokat, megkapjuk a közömbösítés lényegét kifejező reakcióegyenletet:

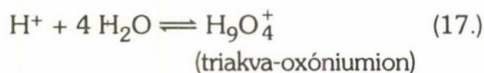


$$q = -57,3 \text{ kJ/mol}$$

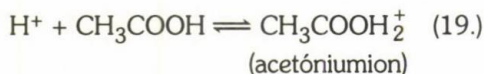
Az Arrhenius-Ostwald-féle elmélet hiányosságai:

Föl sem lehet becsülni, hogy az elektrolitos disszociáció ismerete nélkül hol tartana ma a kémia tudománya. A későbbi sav-bázis elméletek is építenek erre, de a kémia más területein is, ahol kell, alkalmazzuk. Továbbra is használjuk ezt az elméletet a hidroxid-bázisok vizes oldataiban lejátszódó jelenségek magyarázatára. Mindezek ellenére látnunk kell az elmélet hibáit és hiányosságait is. Lássuk ezeket sorban! Az elmélet egyik hiányossága, hogy csak a vizes oldatok jelenségeire korlátozódik az érvényessége. Más oldószerekben, illetve más fázisokban nem érvényes. Csak a hidroxidionokat ledisszociálni képes vegyületekre szűkíti le a bázisok fogalmát, holott léteznek egyéb bázikus tulajdonságú vegyületek is, mint pl. az ammónia, az aminok, stb. Helytelen a sav és a bázis kategóriájának merev elkülönítése is, mert ezek a tulajdonságok nem csupán a savnak vagy a bázisnak kikiáltott vegyületektől függenek egyedül, hanem annak a reakciónak a körülményeitől (reakciópartnerétől) is, melyben a kérdéses vegyület részt vesz. Az 1890-es évek elejéig föl nem derített tények körülményei között az elmélet nyilván nem számolhatott a H^+ -ion kicsiny méretéből és nagy ionpotenciáljából származó következményekkel. A többi ion méretéhez képest 10^5 -ször kisebb, vagyis a nagyságrendileg 10^{-15}m átmérőjű H^+ -ion, ha szabadon létezhetne, olyan nagy ionmozgékonyasága lenne, hogy az erős savak vizes oldatának vezetőképessége elsődleges vezetők, vagyis a fémek vezetőképességét közelítené meg. A valóságban ez nem teljesül. A H^+ -ion hidratációs energiája -837 kJ/mol , vagyis olyan nagy értékű, hogy oldatban a H^+ -ionok csak hidratált, vagy solvatált alakjai léteznek. A vízben például:





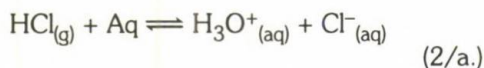
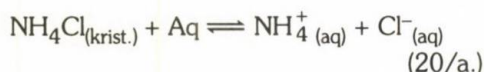
Más oldószerekben pl.:



Az elektrolitos disszociáció Arrhenius szerint:

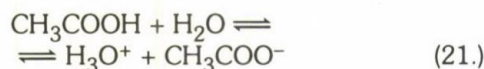


Az elektrolitoldat keletkezése a mai felfogás szerint (az előbbi példákkal):

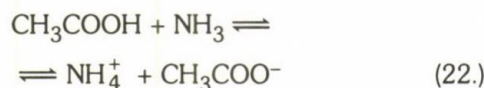


Vizes oldatukban az ionok hidratálódnak – ezt tünteti fel a 20/a. és a 2/a. reakcióegyenlet – így a H^+ -ion is, melynek hidratálódási törekvése a többi ionéhoz képest még erőteljesebb. Vizes közegben oxóniumionná, egyéb oldószerekben „ónium”-ionokká (pl. ammónium, alkoholónium, acetónium) egyesül az oldószer molekuláival. Protofil és amfiprotonos oldószerek lehetnek azok, amelyekben ez a jelenség bekövetkezhet.

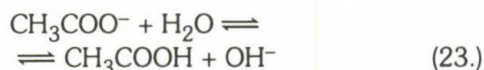
Az Arrhenius-Ostwald elmélet rendszerező elvként sem kielégítő, mert különböző folyamatok elvi hasonlóságát nem tükrözi, inkább szétkülöníti. Pl.:



Arrhenius szerint ez **savdisszociáció**.



Arrhenius szerint ez **közömbösítés**.



Arrhenius szerint ez a folyamat **hidrolízis**.

Valójában mindhárom folyamatban **protonátmenet** történik az egyik molekulából a másikba, tehát lényeges különbség nincs közöttük. Ezzel tulajdonképpen már el is jutottunk a savak és a bázisok protolitikus elméletéig.

A Brönsted-Lowry-féle sav-bázis elmélet vagy protolitikus elmélet (1923)

Amíg az Arrhenius-Ostwald-féle elmélet két részecskével, nevezetesen a hidrogénionnal operálva adja a sav-bázis jelenségek magyarázatát, Lowry és Brönsted mindezt egyetlen részecskével, a protonnal teszi. Ezért is nevezik elméletüket protolitikus elméletnek.

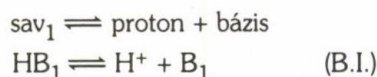
Az elmélet keletkezésének idejére már tisztázódott a hidrogénion elemi részecske volta, és 1921-ben nevezték el protonnak.

(A proton ${}_1\text{p}^+$ jele helyett a reakcióegyenletekben inkább a H^+ (hidrogénion) jelölés használata a célszerűbb, mert így az egyenlet áttekinthetőbb és könnyebben érthető. Ezt a jelölést alkalmazom a következőkben.)

A Brönsted-Lowry elmélet lényege

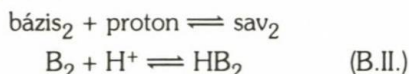
- a) **Sav** minden olyan anyag, amely protont ad le, miközben bázis képződik. **A sav tehát prtotondonor**, mely lehet semleges molekula, kation és anion egyaránt. (Semleges savak, kation-savak, anion-savak.)

Jelképesen:



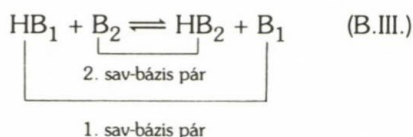
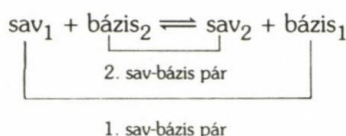
- b) **Bázis** minden olyan anyag, mely protont vesz fel, miközben sav képződik. **A bázis protonakceptor**, mely lehet semleges molekula és töltéssel bíró ion is. (Semleges bázisok, kation-bázisok, anion-bázisok.)

Jelképesen:



- c) A valóságos **sav-bázis folyamatok** mindig az egyszerű sav-bázis párokból összetett **kettős sav-bázis rendszerekben zajlanak le**.

Ennek a jelképes kifejezését megkapjuk, ha a B.I. és B.II. egyenleteket egymással összegezzük:



- d) A sav és a bázis fogalma nem abszolút fogalom. Ugyanaz az anyag a körülményektől lehet bázis és sav is, bázisos vagy savas karakterének megnyilvánulása nemcsak a saját anyagi összetételétől, hanem a reakciópartnerének a tulajdonságaitól is függ. **Általában az anyagokat amfoter tulajdonságúaknak kell felfognunk.**

Mindezek bővebben kifejtve, helyenként a szükséges mértékig kiegészítve és példákkal szemlélítve:

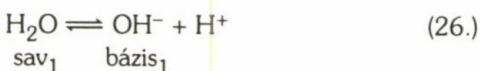
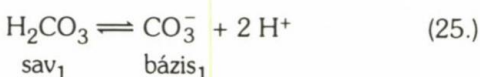
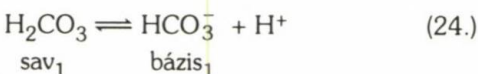
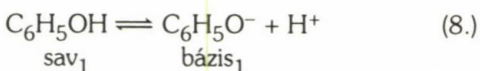
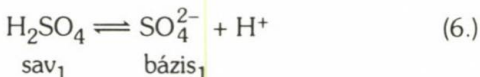
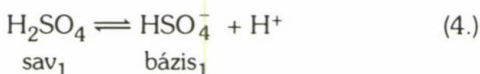
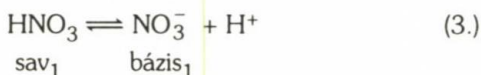
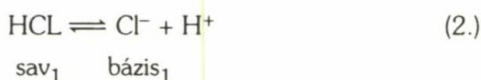
Az **egyszerű sav-bázis párok** esetén tünteti fel a külön-külön vett B.I. és B.II. egyenlet. Brönsted szerint **a savfunkció lényege a protonleadás, a bázisfunkcióé a protonfelvétel**. A Brönsted-elmélet tehát az anyagokat a protonnal szembeni viselkedésük alapján ítéli meg és eszerint kategorizálja.

Az elemi folyamatokban így minden savhoz tartozik egy bázis, illetve minden bázishoz tartozik egy sav kölcsönösen. Az ilyen rendszert nevezzük egyszerű sav-bázis párnak, melyet a nemzetközi szaknyelv **konjugált** vagy **korrespondáló sav-bázis párnak** hív, de találkozhatunk a **koordinált sav-bázis pár** elnevezéssel is.

Tekintsünk most néhány konkrét példát a Brönsted-Lowry-féle korrespondáló sav-bázis párokra, melyek esete a következő szimbólummal fejezhető ki:



A „semleges” **savak** esetében a proton-donor semleges molekula:



(Folytatása a következő számban.)

Könyvajánlat

Rózsabegyri Márta - Wajand Judit

Kémiai zsebkönyv középiskolásoknak

Kémiai fogalmak, szabályok, törvények, képletek és egyenletek

A kiadvány a középiskolai kémiában előforduló fogalmakat, szabályokat, törvényeket, képleteket, reakció-egyenleteket tartalmazza. A kötet végén táblázatokba foglalva megtalálhatjuk a fontosabb adatokat, állandókat, amelyek a feladatok megoldásához elengedhetetlenül szükségesek.

Megjelent

108,- Ft

*Gál Béla - Dr. Kánitz József -
Dr. Kovács László - Dr. Németh
Endre - Szécsi Szilveszter*

Biológiai feladatok középiskolásoknak

A kötet olyan szöveges és esszéfeladatokat tartalmaz, melyek felhasználhatók önellenőrzésre, de alkalmasak a tanulók ismereteinek folyamatos felmérésére is. A pontozási útmutató segíti a feladatok megoldásainak objektív értékelését. Ajánljuk – a tesztekkel együtt – tanulmányi versenyekre, felvételtelre való felkészülésre is. A kreativitás fejlesztését szolgáló feladatgyűjtemény differenciáltan alkalmazható az oktató-nevelő munkában.

Megjelent

248,- Ft

Dr. Németh Gábor

Az egyedfejlődés alapjelenségei

A fejlődéstan a biológiai tudományok egyik legérdekesebb része. A fejlődéstan ismeretek természetében rejlik, hogy megértésükhöz szemléltető ábrákra, szemléltető rajzokra van szükség (a könyv ábrái színesek). A könyv megszerkesztésekor az volt a cél, hogy a fejlődési folyamatok érthetőek legyenek az ábrák áttekintésekor, a szöveg csak kiegészítő magyarázat legyen. A könyv célja a fejlődés összefüggő folyamatának bemutatása, illetve egyes összefüggésekre rámutatva az élővilág egységes elvének a bizonyítása.

Megjelent

548,- Ft

Érettségi-felvételi feladatok

BIOLÓGIA (1988-1992) KÉMIA (1988-1992)

A kiadványok a felsőfokú oktatási intézmények elmúlt négy évi felvételi és érettségi feladatsorát, valamint azok megoldásait tartalmazzák. A 15-20 feladatsor elősegíti, hogy bárki eredményesen felkészüljön az érettségi, illetve felvételi vizsgára, valamint a tárgyak egyetemi, főiskolai tanulására.

Megjelent

180,- Ft

TARTALOM

KÉMIA - A NAT ALAPSZINTŰ KÖVETELMÉNYEI

Dr. Bazsa György egyetemi tanár, KLTE

EGY ÉRDEKES MŰANYAG: POLI (VINIL-ALKOHOL)

Dr. Rózsahegyi Márta
egyetemi docens, ELTE, Budapest
Magyar Judit
IV. éves kémia szakos hallgató

GYORS ELJÁRÁS A PÉLDAMEGOLDÁSBAN VALÓ JÁRTASSÁG MÉRÉSÉRE

Dr. Tóth Zoltán
egyetemi docens, KLTE, Debrecen

ERŐSEBB ALAPOZÁST A KÉMIÁNAK

Varga Attila főiskolai adjunktus
Esterházy Károly Tanárképző Főiskola

ÚJABB ADALÉKOK AZ ELEKTROKÉMIA TANÍTÁSÁHOZ

Buzás Norbert
tudományos ösztöndíjas, JATE, Szeged

A LAKMUSZ-INDIKÁLÁSTÓL AZ ÁTFOGÓ ÉRVÉNYŰ USZANOVICS-FÉLE SAV-BÁZIS ELMÉLETIG II. RÉSZ

Pálvölgyi Imre
nyugalmazott középiskolai tanár

BEMUTATJUK A VEGYÉSZETI MÚZEUMOT

A közismereti kémiaoktatás céljaként azt tűzzük ki, hogy a tanulók fokozatosan elsajátítsák azt a kémiai szemléletet és műveltségi tartalmat, amely a XXI. század kulturált emberét eligazítja a környezetében megjelenő és mindennapi tevékenységében felhasznált anyagok ... (3. oldal)

A különböző kémiaversenyekre és az érettségi-felvételi vizsgára történő felkészülés során sokszor jó lenne gyorsan megbízható képet alkotni a tanulók példamegoldásban való jártasságáról, előrehaladásukról és az egyes példatipusok gyakoroltatásának szükségességéről. ... (10. oldal)

A z elektrokémia tanítása során számos problémával találkozhatjuk magunkkal szemben, melyek ráirányíthatják a figyelmet a tárgykör oktatásának gondjaira. A nehézséget nemcsak az okozza, hogy elemtanban a jórészt járatlan tanulóknak mutatjuk ezt a témát, hanem ... (14. oldal)

MÓDSZERTANI

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Szerkesztő: Dr. Adamkovich

István egyetemi adjunktus

A szerkesztő munkatársai:

Dr. Kónya Józsefné egyetemi
adjunktus

Dr. Soltész György egyetemi
adjunktus

Kószó Katalin általános iskolai
szakvezető tanár

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3.

Tel.: (62) 312-988,

FAX: (62) 328-247

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió kft.

Felelős kiadó: Török Zoltánné

Olvasószerkesztő: Földvári Erika

Tördelő szerk.: Reményfy Tamás

megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió

6701 Szeged, Pf. 301.

Előfizetési díj: 430 Ft

megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Szeged, Csongrádi sgt. 73.

Budapest VIII., Üllői út 70.

kapcsolatos

Ás: Tóth Mónika

312-988

adásában megjelenő

cikket szerzői jog

suk bármilyen for-

rag a kiadó előze-

edélyével

da Kft-ben

András

TARTALOM

KÉMIA - A NAT ALAPSZINTŰ KÖVETELMÉNYEI

Dr. Bazsa György egyetemi tanár, KLTE

EGY ÉRDEKES MŰANYAG: POLI (VINIL-ALKOHOL)

Dr. Rózsahegyi Márta

egyetemi docens, ELTE, Budapest

Magyar Judit

IV. éves kémia szakos hallgató

GYORS ELJÁRÁS A PÉLDAMEGOLDÁSBAN VALÓ JÁRTASSÁG MÉRÉSÉRE

Dr. Tóth Zoltán

egyetemi docens, KLTE, Debrecen

ERŐSEBB ALAPOZÁST A KÉMIÁNAK

Varga Attila főiskolai adjunktus

Esterházy Károly Tanárképző Főiskola

ÚJABB ADALÉKOK AZ ELEKTROKÉMIA TANÍTÁSÁHOZ

Buzás Norbert

tudományos ösztöndíjas, JATE, Szeged

A LAKMUSZ-INDIKÁLÁSTÓL AZ ÁTFOGÓ ÉRVÉNYŰ USZANOVICS-FÉLE SAV-BÁZIS ELMÉLETIG II. RÉSZ

Pálvölgyi Imre

nyugalmazott középiskolai tanár

BEMUTATJUK A VEGYÉSZETI MÚZEUMOT

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve két példányban küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 10-12 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utalunk rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli citálások név és évszám jelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabetikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat, a megjelent cikkek utáni honorárium kifizetése érdekében személyi számukat.

Dr. Bazsa György

Kémia - a NAT alapszintű követelményei

A közismereti kémiaoktatás céljaként azt tűzzük ki, hogy a tanulók fokozatosan elsajátítsák azt a kémiai *szemlélet és műveltségi tartalmat*, amely a XXI. század kulturált emberét eligazítja a környezetében megjelenő és mindennapi tevékenységében felhasznált anyagok kémiai sajátosságainak, hatásainak, alkalmazásainak megértésében, segíti őt azok tudatos felhasználásában. Ez az ismeretanyag és szemlélet hozzájárul a tanulók természet- és társadalomképének formálódásához, egyéni képességeik felismeréséhez és fejlesztéséhez, személyiségük kialakulásához. Ne állítsunk maximalista, tudóskodó, elvont követelményeket, hanem nyújtunk maradandó és hasznosítható tudást, komplex természetbarát szemléletet.

A NAT természetismereti műveltségi blokkján belül a 12-18 éves korosztály iskoláiban *önálló kémia tantárgyat* tartunk szükségesnek. Ezt indokolják egyrészt a kémiai anyagok és folyamatok sajátosságai, azok szerepe a természetben és a társadalomban, másrészt ma ehhez vannak meg a feltételek a hazai oktatásban, harmadrészt jelenleg nincs kidolgozott módszere annak, hogyan lehet e korosztály számára biztos tudást és átfogó szemléletet nyújtó egységes természetismeretet tanítani. Ugyanakkor feltétlenül szükséges, hogy egyre szorosabb tartalmi és didaktikai kapcsolat legyen valamennyi – elsősorban természettudományi – tantárgy között, sőt *integrált tárgyak vagy témakörök* kialakítását is kezdeményezzük és támogatjuk. Ezt a koordinációt az egyes tantervekben kell tartalmilag és szerkezetileg is biztosítanunk.

Az ilyen felfogású kémia tantárgy anyagát három alapvető követelménycsoportból építjük fel:

I. Alapvető kémiai fogalmak, mennyiségek, összefüggések, törvények.

II. Konkrét kémiai rendszerek: anyagok és reakciók.

III. Ezek gyakorlati alkalmazásai, fontosabb vegyipari eljárások, a vegyi anyagok környezeti hatásai, a természet és a környezet védelme.

Ezekhez szorosan kapcsolódnak – a kémiában meghatározó ismeretszerzési módként – a rendszeres tanári és tanuló kísérletek.

A *tanulókísérleteket* különösen fontosnak tartjuk, mert egyszerre nyújtanak ismeret- és élményanyagot a tanulóknak, továbbá fejlesztik megfigyelő, elemző és értékelőkészségeket is. Együttal megtanulják, hogyan kell a vegyszereket, a hétköznapi kemikáliákat biztonságosan és felelősen kezelni, célszerűen felhasználni, különösen akkor, ha minél több kísérletet végzünk a környezetünkben előforduló anyagokkal. Egészségesen motiválja a tanulókat, ha ezek közül néhányat – mértékkel – maguk szereznek meg és hoznak otthonról az órára.

Ezt a négy szorosan összetartozó, egymást feltételező elemet mindvégig *párhuzamosan*, didaktikai egységben kell megjelenítenünk a különböző tankönyvekben, a minta és helyi tantervekben valamint a tantermekben a tanórákon.

Az említett célok érdekében gondos didaktikai és tanuláspszichológiai mérlegelés, az adott korosztály sajátosságaihoz igazodva alakítsuk ki a tananyag – jelenlegihez képest *raciónális*an csökkentett – mennyiségét és mélységét, továbbá az egyes témakörökben az elméleti és kísérleti, tudományos és gyakorlati, az induktív és deduktív, a leíró és értelmező, az általános és egyedi, a történeti és aktuális részek illetve tárgyalásmódok arányát.

Nagyon fontos, hogy mind az elsajátítandó tananyag, mind a tankönyvek, mind a kémiaórák szemlélete és anyaga

- legyen élet-, anyag- és élményszerű, emberközelí, tanulságos, érdekes, látványos és ne száraz ismeretanyag,
- érződjön mindennapi haszna, jelentősége, szükségessége, ne legyen „muszáj” jellege,
- mutassa meg a kémia és az ember természetes és szükségszerű kapcsolatát, azt, hogy a kémia nem l'art pour l'art tudomány, hanem mindennapi tevékenységünk szerves része,
- tudatosítsa milyen meghatározó szerepe van az alkalmazó, felhasználó szakembereknek abban, hogy mivel védik vagy mivel szennyezik a környezetet,
- érzékeltesse: a kémia mindig nélkülözhetetlen volt az emberiség tevékenységében, s ma mennyire meghatározó a modern társadalom életében.

A tanítás, a tanulás és a számonkérés *eredményeként* a tanulók az adott szinten értsék a kémia szemléletét, tudják anyagát, lássák jelentőségét, tudjanak ezekről szabatosan beszélni, szükséges mértékben képleteket és egyenleteket kezelni, számításokat és kísérleteket végezni.

A tananyag tartalmát illetően kiindulópontunk, hogy a gyermekek 12 éves korukig a *természetismeret* keretében már megismerkednek a kémia szempontjából is fontos néhány egyszerű jelenséggel és elemi fogalommal.

A 12-17 éves korú tanulók – felhasználva elemi ismereteiket – alapszinten *közismereti* kémiát tanuljanak, amelyik egységesen a NAT ezen alapfokú követelményeire alapul. Ehhez négy évben 10-12, öt évben összesen 12-14 heti óraszámra van szükség. Ennek a közismereti kémiának az alapkövetelményeit fogalmazzuk meg a következőkben. Azét a kémiáét, amit egy-egy évfárat bő százezer tanulójának szánunk. Olyan kémiáét, amit a későbbi esztélyosok, pénztárosok, magyartanárok, egyzóval nem leendő kémikusok hasznára szánunk, de ami alkalmas arra is, hogy anyaga s

szemlélete hatására természetes módon kiválasztódjának a kémiát különösen megszerető és majdan művelő vegyészek, vegyészmérnökök, kémiatanárok, gyógyszerészek, laboránsok, vegyésztechnikusok, stb.

Isősorban ezeknek a kémia íránt kimondottan érdeklőő tanulóknak – alig két-háromezernek – lehet és kell tervezni a magasabb szintű, már a tudományosság felé vezető igényesebb programokat. Ehhez 16-17 éves kortól az iskolaszervezettől függő különböző tantervekben *differenciált* kémiaoktatásra van szükség. Ezek a *célorientált*, különböző funkciójú programok az iskola lehetőségeitől, a tanárok és a tanulók érdeklődésétől függnak. Az ilyen programok funkciója lehet például, hogy:

- a) az alapfokú ismeretanyag bővítésével kiegészítik a kémia íránt érdeklőő tanulók ismereteit, előkészítik az alapszintű érettségit,
- b) felkészítenek az emelt szintű érettségire, tanulmányi versenyekre, és ezzel megalapozzák, elősegítik a szakirányú továbbtanulást,
- c) komplex tantárgyi programokkal szintézist teremtenek a természettudományi tantárgyak addig tanult ismereteiben,
- d) kémiai szakképesítést nyújtanak vagy azt alapoznak meg.

E programok elsősorban a szakközépiskolákban alakulnak ki.

A kémia eredményes tanításához a mainál sokkal jobb *feltételrendszerre*, ezen belül jól felszerelt kémiai (elszívóval ellátott) szaktantermekre, tanuló kísérleti lehetőségekre, demonstrációs anyagokra, számológépekre és oktatási programokra, eszközökkel és vegyszerekkel ellátott szertárakra van szükség. Nagyon fontos, hogy világos koncepciójú, áttekinthető felépítésű, didaktikusan, érthetően és szép, szabatos magyarsággal megírt, színes, hangulatos tankönyveink legyenek, amit a tanulók még felnőtt korukban is érdeklődéssel és haszonnal forgathatnak.

A következőkben felsoroljuk azokat az alapvető ismereteket, amelyeket didaktikus elrendezésben, a tanulók korához és anyagismeretéhez igazodva szabad, illetve kell megtanítani. Tudjuk, hogy az egyes címszavak mögött különböző mélységű tartalom lehet. A benzolról öt sort és öt kötetet is lehet írni. Az eddig kifejtett szemléletmód jelenti a kulcsot ahhoz, hogy a tantervek és a tankönyvek segítsék a kitűzött célokat.

Jónéhány kérdéskör más tantárgyakban is előfordul, azokban is tanítható. Ezeket vagy az egyes tantervekben kell összehangolni, vagy éppen ezeket lehet sokoldalú (multidiszciplináris) megközelítésben, több tantárgy összefogásával tárgyalni. Csak néhány példa: a Föld, a víz, a talaj, a légkör, az ásványok, az energia, az anyag fejlődése az univerzum keletkezésétől az ember kialakulásáig, kultúrtörténeti elemek, stb.

I. Fogalmak, mennyiségek, összefüggések, törvények

A világ anyagi felépítése, az anyagmegmaradás elve.

Az anyag makroszkópikus megjelenési formái: a 3 halmazállapot.

Az anyagi tulajdonságok, állandóságuk és változásaik:
fizikai változások - kémiai változások

A kémiai reakciók

- mennyiségi viszonyai: reakcióegyenletek, számítások;
- energiavonzatai: endo- és exoterm reakciók;
- természetes iránya, megfordíthatósága, egyensúly;
- sebessége, a hőmérséklet hatása, a katalízis.

Az anyag szerkezete:

Az elem/atom és a vegyület/molekula fogalma: vegyjel, képlet.

Az anyagmennyiség (mól) fogalma, mértékegysége, az Avogadro-szám, atomi és emberi dimenziók.

Elegyek összetétele: a koncentráció fogalma, az összetétel megadásának különböző módjai.

Az atom felépítése: atommag (p , n), elektronhéj (e), izotópok.

A periódusos rendszer tapasztalati felállítása és atomszerkezeti értelmezése.

A kémiai kötés alaptípusai:

- elsőrendű kötések (kovalens, ionos, fémes);
- másodrendű (intermolekuláris) kötések halmazokban.

Makroszkópikus rendszerek felépülése atomokból, ionokból, molekulákból:

- a szerkezet és a makroszkópikus tulajdonságok kapcsolata
- hogyan szerzünk információt az anyag szerkezetéről.

Néhány fontos kémiai kategória:

- egyesülés, bomlás, disszociáció, addíció, szubsztitúció, kondenzáció, polimerizáció,
- funkciós csoportok;
- ionok, ionrácsok, elektrolit oldatok;
- sav, bázis, só, kémhatás;
- redoxi folyamatok, oxidáció-redukció;
- az elektromosság kémiai vonatkozásai: elektrolízis, galvánelemek, akkumulátorok;
- a fény kémiai hatása: fotoszintézis, fényképezés, látás;
- koloidok és jelentőségük; makromolekulák, műanyagok.

Az egyes anyagrészekhez kapcsoljuk a kémia történet egy-egy jelentős, tanulságos vagy érdekes eseményét, beleértve az utóbbi évtizedeket és megemlítve magyar kémikusokat is (pl. Irinyi, Görgy, Than, Szent-Györgyi, Hevesy, stb.).

Mértékkel és a tanulók „közgazdasági” ismereteihez igazodva tegyünk említést a vegyipari eljárások költségeiről, a termékek áráiról, a mit mennyiért kérdéséről is.

II. Konkrét kémiai rendszerek

Szervetlen kémia: az összeállítás azt a minimumot kívánja felmutatni, ami a legfontosabb elemekkel és gyakorlatilag jelentős vegyületeikkel ismerteti meg a tanulókat.

Hidrogén és vegyületei.

Alkáli és alkáli földfémek (Na, K, Ca, Mg, hidroxidok, sók, kőzetek, természetes vizek, ivóvíz).

Halogének (F, Cl, Br, I, HCl, NaCl, KCl, KI).

Oxigén (O_2 , O_3 , H_2O , H_2O_2 , oxidok).

Kén (S , H_2S , SO_2 , SO_3 , H_2SO_3 , H_2SO_4).

Nitrogén (N_2 , NH_3 , N_2O , NO , NO_2 , HNO_2 , HNO_3 , a levegő).

Foszfor (P_f , P_v , P_2O_3/P_2O_5 , P_2O_5/P_4O_{10} , H_3PO_4).

Szén (C_{gr} , C_{gy} , C_{60} , CH_4 , CO , CO_2 , H_2CO_3 , karbonátok, CCl_4).

Szilícium (Si, SiO_2 , szilikátok, a talaj); ón, ólom és ötvözeik.

Bór és alumínium (B, B_2O_3 , Al, Al_2O_3).

Nemesgázok.

Fe (ötvözetek, ötvözők: Mn, Co, Ni, Cr, C).

Au, Ag (AgBr), Cu ($CuSO_4$), Hg.

U, Pu.

Szerves kémia: azokat a vegyületcsoportokat adjuk meg, amelyek egyrészt egyszerűségük, másrészt fontosságuk révén alkalmasak a szerves vegyületek sajátosságainak és jelentőségének megismertetésére. Ezek összetételét, szerkezetét, tulajdonságait, felhasználását ugyancsak a kitűzött célnak megfelelően tárgyaljuk.

Szénhidrogének: nyílt és zártláncúak, telített és telítetlen vegyületek, homológ sorok.

Aromás vegyületek. Benzol és származékai.

Oxigéntartalmú vegyületek: alkoholok, aldehidok, ketonok, szerves savak, észterek, éterek

Szénhidrátok, cukrok.

Nitrogéntartalmú vegyületek: aminosavak, peptidek, fehérjék.

Nukleinsavak.

Természetes és mesterséges polimerek, műanyagok.

III. Gyakorlati alkalmazások, eljárások, környezeti hatások

Nyersanyagforrások: ércetek, kőzetek, szén, kőolaj, földgáz.

Kémiai energiaforrások: hő- és elektromosenergia-termelés.

Az élő szervezet tápanyagai: az élelmiszerek (fehérjék, zsírok, szénhidrátok), mint anyag és energiaforrások.

Ahol a kémiai minőség és annak állandósága fontos:

- szerkezeti anyagok: fémek, ötvözeik, műanyagok;
- építőanyagok (beton, kerámia, festékek).

Ahol a kémiai hatás, a változás a fontos:

- mosó- és mosdószerek, tisztítóanyagok, kozmetikumok;
- háztartási vegyszerek: pl. só, ecet, citromsav, Na-benzoát;
- egészségvédő anyagok: gyógyszerek, vitaminok;
- egészségkárosító anyagok: alkohol, nikotin, narkotikumok;
- kémia a mezőgazdaságban: műtrágyák, növényvédőszer.

A kémia szerepe a környezet károsításában és védelmében:

- a levegő, a természetes vizek és a litoszféra összetétele;
- az emberi tevékenység (a kémia) hatása a környezetre;
- a megelőző és az utólagos környezetvédelmi tevékenység.

A vegyipar néhány jellegzetes eljárása, folyamata:

kohászat, kénsavgyártás, ammóniaszintézis, kőolajfeldolgozás, petrolkémia, műanyagok előállítása, konzervipar, cukorgyártás, papíripar, üveggyártás; biotechnológiai eljárások, szennyvíztisztítás.

Az Univerzum és a Föld kémiai összetétele, fejlődésük kémiai vonatkozásai.

IV. Tanári és tanulókísérletek

A tanári (demonstrációs) és a tanulókísérletek tekintetében nem a pontos kísérletlistát tartjuk fontosnak, hanem hogy azok rendszerek legyenek a tanórákon. Az órák legalább egyharmadában legyen tanári kísérlet, s legálább egy tizedében tanulókísérlet.

A kísérletek során a tanulók ismerjenek meg és használjanak alapvető, jellegzetesen kémiai eszközöket (pl. kémcső, pipetta, buretta, mérőhenger, tölcsér, Bunsen- vagy borszesz-égő, vasháromláb, azbesztlap, különféle lombikok, stb.). Az eszközökkel együtt ismerjék meg azokat az alapvető műveleteket is, amelyekben, amelyekhez azokat használjuk (oldás, lecsapás, szűrés, gázfejlesztés, forralás, legkülönbözőbb reakciók, stb.).

Ugyanígy fontos, hogy a tanulók minél több, környezetükből is ismert anyaggal, „kemikáliával” dolgozzanak, azok tulajdonságait, állandóságát vagy változásait saját tapasztalataikkal állapítsák meg. Az ecet íze, az ammónia szaga, a minium színe, a kvarc keménysége, a higany folyóssága, a glicerín viszkozitása, a benzin párolgása, az acél rugalmassága, az üveg törékenysége, a műanyagok oldhatósága vagy oldhatatlansága, stb. mellett sok-sok kézenfekvő példa adódik, s ezek a legkisebb faluban is elérhetők.

A tanulókísérletek programjában szereplő kémiai reakciók között legyenek

- általános kémiai jelenségeket, törvényeket bemutató folyamatok (sav-bázis, redoxi, exoterm, endoterm, egyensúlyi, lassú, gyors, elektrolitikus, katalitikus, stb. folyamatok),
- az egyes rendszerek egyedi sajátosságait hangsúlyozó reakciók (jódkeményítő képződése, Na-égése, NH_4Cl füst képződése, AgBr fotolízise, stb.),
- gyakorlati jelentőségű reakciók (mész oltása, vízkő képződése, NaHCO_3 savas reakciója, fehérjék kicsapódása, keményítő hidrolízise, főzése, stb.)

A laboratóriumi munka, a vegyszerek kezelésének szabályait a szükséges mértékben ismerjék meg és tartsák be a tanulók.

Hégül ismételt hangsúlyozzuk, olyan új szemléletű közismereti kémiát tervezünk, amelyik érthető és nem csak megtanulandó, amelyik hasznosítható és nem öncélú tananyag, amelyik életszerű és nem teoretizáló, amelyik vonz és nem taszít, amelyik az ember barátja és nem a környezet ellensége, amelyik tanárt és tanulót egyszerre lelkesít.

A Magyar Kémikusok Egyesülete oktatási bizottsága, a Magyar Tudományos Akadémia Kémiai Tudományok Osztálya és a Magyar Természettudományi Társulat kémia tanári szakosztálya komplex bizottságának vitái alapján további vitákra összeállította dr. Bazsa György.

KÖNYVAJÁNLAT

Dr. Rózsahegyi Márta

Kémiai zsebkönyv középiskolásoknak

Kémiai fogalmak, szabályok, törvények, képletek és egyenletek

A kiadvány a középiskolai kémiában előforduló fogalmakat, szabályokat, törvényeket, képleteket, reakcióegyenleteket tartalmazza. A kötet végén táblázatokba foglalva megtalálhatjuk a fontosabb adatokat, állandókat, amelyek a feladatok megoldásához elengedhetetlenül szükségesek.

Megjelent, ára: 108,- Ft

MOZAIK Oktatási Stúdió



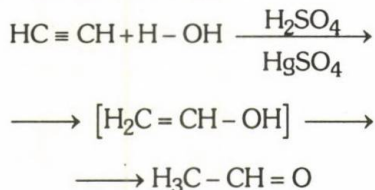
Dr. Rózsahegyi Márta - Magyar Judit

Egy érdekes műanyag: poli(vinil-alkohol)

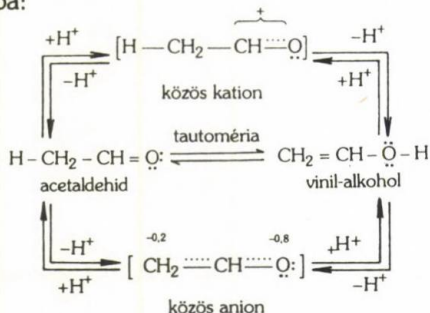
Szintelen, celofánszerű zacskóban mérgező vegyszer (pl. permetezőszer) van. A zacskót pohárba helyezzük, vizet öntünk rá, hamarosan tiszta oldat lesz az edényben. Milyen anyagból készülhetett a zacskó? A ránézésre celofánszerű anyag lehet poli(vinil-alkohol). Mielőtt a gyakorlati kérdésekre rátérünk, tekintsük át röviden az enol-oxo tautomeria elméleti hátterét.

A gimnáziumi tankönyvben a következőt olvashatjuk:

„Az acetilénre – 50 %-os kénsav és higany/II/-szulfát katalizátor jelenlétében – a víz is adicionálódik. Az így keletkező vinil-alkohol azonban nem stabilis és egy hidrogénatom és a kettős kötés helyzetének megváltozásával rögtön acetaldehiddé alakul át:

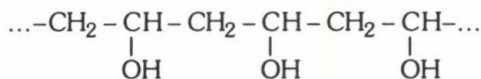
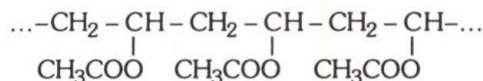


A vinil-alkohol és az acetaldehid molekulája ugyanazokból az atomtörzsekből és ugyanannyi elektrontól épül fel, vagyis izomer egymással, csak egy proton helyzetében és az elektroneloszlásban különböznek. Ezeket az izomereket tautomereknek nevezzük. Proton felvétele és leadása útján alakulhatnak át egymásba:



A szén-oxigén kettős kötést tartalmazó oxovegyületek energiatartalma jelentősen kisebb, mint a velük izomer szén-szén kettős kötést tartalmazó hidroxivegyületeké. Erre vezethető vissza az enolok bomlékonysága.

Mint hogy a vinil-alkohol instabilis vegyület, gyakorlatilag csak a tautomerje létezik (csak minden milliommodik molekula van enolalakban), ezért polimerjét csak közvetett úton lehet előállítani. Ha a poli(vinil-acetát)-ot nátrium-hidroxiddal hidrolizálják, akkor:



A hidrolízis nem teljes, az észtercsoportoknak mintegy 1,5 %-a változatlan marad.

A poli(vinil-alkohol), rövidítve: PVA szintelen, szilárd halmazállapotú anyag, mert a szomszédos láncok OH-csoportjai között hidrogénkötés alakulhat ki. A szerkezete alapján megjósolható, hogy a vízmolekulákkal erős kölcsönhatásba lép, ezért vízben oldódik, szerves oldószerekben nem. Készítenek belőle vízben oldódó hártákat, zacskókat stb. Mint hogy nem mérgező, sőt gomba- és baktériumölő hatású, ezért oldatát a második világháború alatt vérpótló anyagként is próbálták hasznosítani, de erre a célra más anyagok alkalmasabbnak bizonyultak.

A PVA elérhető áron beszerezhető vegyszertboltban, és ha rendelkezésünkre áll, akkor az alábbi érdekes kísérleteket javasoljuk elvégezni, illetve tanulókísérletként elvégeztetni.

1. PVA-oldat készítése

Szükséges anyagok: poli(vinil-alkohol), víz.

Eszközök: főzőpohár, üvegbot, táramérleg, mérőhenger, Bunsen-égő.

Végrehajtás: A készítendő oldat tömegétől függően mérjük le táramérlegesen a megfelelő tömegű PVA-port. 5 tömeg%-os oldatot célszerű készíteni, tehát például kimérünk 5 g szilárd anyagot és 85 cm³ vizet öntünk rá, közben az üvegbottal intenzív keverést végzünk. A szilárd anyag nem oldódik fel azonnal, célszerű kb. 70 °C-ra felmelegíteni a pohár tartalmát. Ezt többször megismételhetjük. Javasoljuk, hogy a felhasználás előtt 1-2 nappal készítsük el az oldatot. A végeredmény majdnem víztiszta (lehet kissé opálos) sűrűnfolyó oldat.

2. PVA-hártya készítése

Szükséges anyagok: 5 tömeg%-os PVA-oldat, színes vízben oldódó só.

Eszközök: vastagabb írásvetítő fólia, üvegbot.

Végrehajtás: A sűrűnfolyó PVA-oldatból öntsünk egy keveset (kb. 10 cm³-t) a fólia közepére, majd az üvegbot segítségével, illetve a fólia mozgatásával folyassuk szét azt az egész lapon. Tegyük el vízszintes helyzetben a fóliát legalább 24 órára száradni. Ha a ráöntés előtt a PVA-oldatot valamilyen színes sóval megszínezzük, akkor színes, ha nem, celofánszerű hártyát húzhatunk le a száradás után a fóliáról. Ha néhány másodpercre vízbe mártjuk a hártyát, akkor rugalmas lesz, forró vízben pedig gyorsan feloldódik. A színes hártya „eltűnik” a vízben, de a folyadék természetesen színes lesz.

3. Szálhúzás PVA-oldatból

Szükséges anyagok: 5 tömeg%-os PVA-oldat, acetón.

Eszközök: főzőpohár, csipesz.

Végrehajtás: Öntsünk egy 100 cm³-es főzőpohárba kb. 3-4 cm-es rétegben PVA-oldatot (ezt meg is festhetjük valami vízben oldódó festékkel), majd rétegezzünk rá kb. azonos vastagságban acetont. Azonnal megjelenik a ha-

tárfelületen egy fehér hártya. Csipesszel óvatosan fogjuk meg a hártya közepét és húzzunk szálát belőle. Kis ügyességgel 30-40 cm hosszúságú szálát kapunk, amelyet üveglapra vagy alufóliára elhelyezve megszárazthatunk. Ezek a szálak nyúlhatnak, de nem rugalmasak.

4. PVA-gél készítése

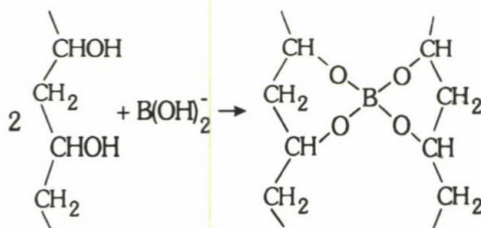
Szükséges anyagok: 5 tömeg%-os PVA-oldat, 4 tömeg%-os bóraxoldat, vízben oldódó festék.

Eszközök: főzőpohár, üvegbot.

Végrehajtás: Öntsünk a főzőpohárba kb. 50 cm³ PVA-oldatot, gyors keverés mellett adjunk hozzá 5-10 cm³ bóraxoldatot. A folyadékelegy szinte azonnal sűrűsödni kezd. A kapott gél rugalmas masszává gyúrható, a massa formázható. A tanulók vízben oldódó festékekkel rajzolhatnak valami egyszerű ábrát, jelet, majd beborítják a géllal. Rövid (néhány perces) várakozás után azt tapasztaljuk, hogy a festék átdifundál a gélbe, és ott a rajz tükörképe jelenik meg, ha leválasztjuk a papírról.

Az így kapott géllal elvégezhetjük az ismert diffúziós kísérleteket is. Minthogy a gél víztartalma igen nagy, ezért sokkal nagyobb diffúziósebességet fogunk észlelni, mint például a zselatinban.

Magyarázat: Bórax vagy más polifunkciós vegyület hatására a poli(vinil-alkohol) térhálós szerkezetű lesz:



Gyakorlati tapasztalat alapján mondhatjuk, hogy ezek a nagyon egyszerű, szinte játékos kísérletek bármely életkorban alkalmasak arra, hogy a tanuló saját tapasztalatai alapján, közelebbről is megismerkedjen egy műanyaggal vagy néhány kolloidkémiai alapfogalommal.

Dr. Tóth Zoltán

Gyors eljárás a példamegoldásban való jártasság mérésére

A különböző kémiaversenyekre és az érettségi-felvételi vizsgára történő felkészülés során sokszor jó lenne gyorsan megbízható képet alkotni a tanulók példamegoldásban való jártasságáról, előrehaladásukról és az egyes példatípusok gyakoroltatásának szükségességéről. A következőkben bemutatok egyet azok közül a feladatlapok közül, amelyeket abból a célból készítettem, hogy a „Két Bolyai Alapítvány” támogatásával 1992 nyarán a Kossuth Lajos Tudományegyetemen szervezett felvételi előkészítő tábor résztvevőinek példamegoldásban való jártasságát mérjem, és a gyakorlásra leginkább rászoruló példatípusokat felderítsem. Az egyértelmű és gyors értékelés miatt a feladatlap feleletválasztós tesztkérdések formájában tartalmazza a számítási példákat. Mivel az általam használt „igaz-hamis” típusú tesztkérdések esetében a véletlen találat valószínűsége 50 %, ezért szükséges volt a hibás találatok miatti pontlevonás bevezetése. A feladatlap (1. táblázat) 25 feladatot tartalmazott, általában minden fontosabb típusból egy egyszerűbbet és egy összetettebbet. Az első feladatsort a tábor első foglalkozásán írták meg a tanulók, összesen 20 harmadik osztályt végzett diák. A rendelkezésükre álló idő 120 perc volt. Az értékelési lapot még aznap kijavítottam, és az eredmények figyelembevételével alakítottuk ki a tábor szakmai programját. Egy hét múlva, a tábor végén egy hasonló típusú másik feladatlapon mértem le, hogy mennyit tanultak a diákok az elmúlt egy hét alatt.

Az egyéni eredményeket (3. táblázat) elemezve megállapíthatjuk, hogy a táborba érkező tanulók példamegoldásban való jártassága igen heterogén volt. Az első felmérés igen gyenge átlageredménye (27,8 %) azonban a példamegoldásban való jártasságuk hiányosságain túl azzal is magyarázható, hogy nemigen talál-

koztak még ilyen típusú feladatlappal, és néhányan a korábbi beidegződésnek megfelelően, tippeléssel próbáltak minél több pontot elérni. Ezt látszik alátámasztani az is, hogy a második felmérés során a helyes válaszok részarányának növekedése és a hibás válaszok részarányának csökkenése mellett alig változott a válasz nélkül hagyott feladatok részaránya (4. táblázat). Ennek megfelelően a második felmérés sokkal jobb átlaga (53,6 %) a tábor hasznosságán túl annak is következménye, hogy a tanulók sokkal megfontoltabban, taktikusabban töltötték ki a tesztlapot. Külön figyelmet érdemel néhány tanuló kiugróan nagy teljesítménynövekedése (pl. L, O, R, S, T, U).

A tábor egy hete alatt a következő témakörökkel foglalkoztunk: elektrolízissel, kémiai egyensúllyal és reakcióhővel kapcsolatos számítások; a mérlegmódszer használata oldatokkal és keverékekkel kapcsolatos számításokban, kétkomponensű keverékek összetételének meghatározása „fej-láb”-módszerrel. Ezen témakörökön belül érintettük a moláris tömeggel, az átlagos moláris tömeggel, a relatív sűrűséggel és a pH-val kapcsolatos számításokat is. A tanfolyam eredményességét az egyéni eredmények jelentős javulásán kívül az egyes feladatcsoportokban elért százalékos teljesítmények összevetéséből (5. táblázat) láthatjuk. A tanfolyamon tárgyalt témakörök közül egyedül a kétkomponensű rendszerek összetételének meghatározásával kapcsolatos példák megoldásában nem sikerült számottevő javulást kimutatnunk.

Az eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy egy alkalmasan összeállított „igaz-hamis” típusú, teszteltet számítás feladatokat tartalmazó feladatlapot használhatunk a példamegoldásban való jártasság gyors mérésére.

Az ilyen típusú feladatlapok előnye, hogy készítésük viszonylag egyszerű, értékelésük gyors és egyértelmű. Jól használhatók lennének a tanulmányi versenyek során is a feladatmegoldás mérésére. Használatukkor azonban tekintettel kell lenni arra, hogy a rossz válaszok miatti pontlevonás következményeivel a tanulók egy része nem számol, és a tesztekkel kapcsolatos korábbi beidegződéseknek megfelelően „bűntetlen” tippeléssel próbál eredményén javítani.

1. táblázat

A példamegoldásban való jártasság gyors mérésére kidolgozott feladatlap

FELADATLAP

Állapítsa meg a következő kijelentések igaz vagy hamis voltát!

A vastag betűvel írt eredmények utolsó számjegyében eltérés lehetséges!

Figyelem!

A helyes válasz 1 pont, **a rossz válasz -1 pont!**

Ha nem biztos a válaszban, inkább ne válaszoljon; így ugyan nem kap pontot, de elkerüli a rossz válaszáért járó pontlevonást!

- 1,5 mol kénsav tömege **98,0 g**.
- 12 dm³ standardállapotú nitrogéngáz anyagszáma **0,60 mol**.
- A 0,2 mol metánból és 0,3 mol hidrogéngázból álló gázelegy átlagos moláris tömege: **7,60 g/mol**.
- Az ammóniagáz nitrogéngázra vonatkoztatott relatív sűrűsége: **1,21**.
- 4 g hidrogéngáz és 16 g oxigéngáz együttes reakciójában **18,0 g** víz keletkezik.
- Az 5,00 mol/dm³ koncentrációjú, 1,216 g/cm³ sűrűségű KOH-oldat **23,0 tömeg%-os**.
- A 3,00 mol%-os és 1,837 mol/dm³ koncentrációjú KBr-oldat sűrűsége: **1,188 g/cm³**.
- Ha 200 g 10 tömeg%-os NaOH-oldatban további 20 g NaOH-ot oldunk, akkor **15,0 tömeg%-os** NaOH-oldatot kapunk.

- Ha 100 g 80 °C-on telített KNO₃-oldatot 20 °C-ra hűtünk, akkor **38,8 g** KNO₃ kristályosodik ki. (20 °C-on 100 g víz 31,6 g, 80 °C-on 169,0 g KNO₃-ot old.)
- 30,6 g FeSO₄·7H₂O-ból **149,4 g** 11,2 tömeg%-os FeSO₄-oldat készíthető.
- Ha a 2H_{2(g)} + O_{2(g)} = 2H₂O_(g) folyamat reakcióhője Q_r = -484 kJ/mol, akkor 1 m³ standardállapotú hidrogéngáz égése esetén **1,97 · 10⁴ kJ** hő szabadul fel.
- Ha a 2C₆H_{6(l)} + 15O_{2(g)} = 12CO_{2(g)} + 6H₂O_(f) folyamat reakcióhője Q₁ = -6542 kJ/mol, a 2C₂H_{2(g)} + 5O_{2(g)} = 4CO_{2(g)} + 2H₂O_(f) folyamaté pedig Q₂ = -2601,8 kJ/mol, akkor a 3C₂H_{2(g)} = C₆H_{6(l)} folyamat reakcióhője **631,7 kJ/mol**.
- Ha a N_{2(g)} + 3H_{2(g)} = 2NH_{3(g)} folyamatban az ammóniaképződés reakciósebessége 0,0120 mol/s, akkor ezzel egyidőben a hidrogénfogyás reakciósebessége **0,0180 mol/s**.
- Ha a kén-trioxid előállításánál a következő egyensúlyi koncentrációk alakulnak ki:
[SO₂]_e = 0,10 mol/dm³,
[O₂]_e = 0,05 mol/dm³ és
[SO₃]_e = 0,90 mol/dm³, akkor a 2SO_{2(g)} + O_{2(g)} ⇌ 2SO_{3(g)} reakció egyensúlyi állandója **180 mol/dm³**.
- Ha 2 mol/dm³ kezdeti A-koncentráció esetén az A-anyag fele disszociál az A ⇌ B + 4C folyamatban, akkor a reakció egyensúlyi állandója **256,0 mol⁴/dm¹²**.
- A 0,002 mol/dm³ koncentrációjú KOH-oldat pH-ja: **11,30**.
- Egy 2,00 pH-jú oldat 3,00 dm³-ének előállításához **4,97 cm³**, 20 tömeg%-os és 1,10 g/cm³ sűrűségű sósav szükséges.
- 0,5 mol alumínium-ion semlegesítéséhez **4,825 · 10⁴ C** töltés szükséges.
- Ha 100 cm³ 8 tömeg%-os, 1,083 g/cm³ sűrűségű CuSO₄-oldatot 2 A-es árammal elektrolizálunk grafit-elektrodok között, akkor 1 órai elektrolízis után az oldat **3,4 tömeg%-os** lesz kénsavra nézve.
- Ha egy KCl-ből és NaCl-ből álló keverék kloridion-tartalma 50,94 tömeg%, akkor a keverék **25,6 tömeg%** NaCl-ot tartalmaz.

21. Ha egy ribózból és glükózból álló porkeverék 3,00 g-ra az ezüstkörpróba során 3,93 g ezüstöt választ le, akkor a porkeverék **49,6 mol%** glükózt tartalmaz.
22. A C_6H_{12} összetételű szénhidrogén 14,3 tömeg% hidrogént tartalmaz, és HCl-addíció után a tömege **130 %-kal** megnő.
23. Ha a C_2H_4 összetételű szénhidrogént 22,5-szeres térfogatú, azonos állapotú levegőben elégetjük, akkor az égéstermék **12,5 térfogat%** CO_2 -ot, **12,5 térfogat%** vizgőzt és **75,0 térfogat%** nitrogént tartalmaz. (A levegő összetétele: 20 % O_2 , 80 % N_2).
24. Ha egy etán-etin-hidrogén gázelegy hidrogén gázra vonatkoztatott relatív sűrűsége 11,6 és platinakatalizátor felületén a belőle keletkező gázelegy térfogata az eredetinek 80 %-a, akkor a képződött gázelegy átlagos moláris tömege: **14,5 g/mol**.
25. Ha egy fémkeverék sósavból 612,5 cm³, NaOH-oldatból 367,5 cm³ standardállapotú hidrogént fejleszt, akkor a fémkeverék tömege **0,857 g** volt, összetétele pedig **68,5 tömeg%** nikkel és **31,5 tömeg%** alumínium.

A számításokhoz a következő moláris atomtömegeket használja!

Alumínium	27,0 g/mol;
Bróm	80,0 g/mol;
Ezüst	107,9 g/mol;
Hidrogén	1,0 g/mol;
Kálium	39,1 g/mol;
Kén	32,0 g/mol;
Klór	35,5 g/mol;
Nátrium	23,0 g/mol;
Nikkel	58,7 g/mol;
Nitrogén	14,0 g/mol;
Oxigén	16,0 g/mol;
Réz	63,5 g/mol;
Szén	12,0 g/mol;
Vas	55,9 g/mol.

A számításokhoz szükséges fontosabb állandók értékei a következők:

$$N_A = 6,0 \cdot 10^{23} \text{ db/mol};$$

$$F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C/mol};$$

$$V_m (25^\circ \text{C}, 0,1 \text{ MPa}) = 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}.$$

2. táblázat

Válaszlap

Válaszait – igaz vagy hamis – a megfelelő helyre írt x jellel jelölje!

A feladat sorszáma	Az állítás	
	igaz	hamis
1.		x
2.		x
3.	x	
4.		x
5.	x	
6.	x	
7.		x
8.		x
9.		x
10.	x	
11.		x
12.		x
13.	x	
14.		x
15.	x	
16.	x	
17.	x	
18.		x
19.	x	
20.	x	
21.	x	
22.		x
23.		x
24.		x
25.	x	

Értékelés

A helyes válaszok száma:	25
A hibás válaszok száma:	0
Összpontszám:	25
Százalék:	100

3. táblázat

A felvételi előkészítő táborban résztvevő diákok pontszámai a tábor kezdetén és a tábor végén megírt feladatsorok alapján

(A maximálisan elérhető pontszám mindkét esetben 25 pont volt.)

Tanuló	1. felmérés	2. felmérés
A	20	24
B	19	23
C	18	23
D	18	22
E	17	18
F	10	11
G	7	10
H	6	–
I	5	–
J	5	7
K	5	10
L	5	14
M	5	8
N	4	9
O	3	14
P	1	6
R	–1	17
S	–1	10
T	–2	10
U	–5	6
Átlag	6,95	13,4

4. táblázat

A helyes válaszok, a hibás válaszok és a „nincs válasz” százalékos részaránya az 1. és a 2. felmérés válaszaiban

	1. felmérés	2. felmérés
Helyes válaszok (+1 pont)	50,6 %	66,4 %
Nincs válasz (0 pont)	26,6 %	20,9 %
Hibás válaszok (–1 pont)	22,8 %	12,7 %

5. táblázat

Az egyes témakörök (feladatok) százalékos teljesítésének alakulása az 1. és a 2. felmérés során

Témakör	Feladat	1.	2.
Moláris tömeg, moláris térfogat	1.	100 %	100 %
	2.	75 %	100 %
Átlagos moláris tömeg, relatív sűrűség	3.	55 %	100 %
	4.	55 %	89 %
Sztöchiometriai számítás	5.	70 %	100 %
Koncentrációk átszámítása	6.	50 %	67 %
	7.	60 %	56 %
Oldatkészítés, keverés, kristályosítás	8.	50 %	89 %
	9.	30 %	61 %
	10.	65 %	56 %
Reakcióhő	11.	40 %	61 %
	12.	45 %	56 %
Reakciósebesség	13.	70 %	61 %
Kémiai egyensúly	14.	60 %	94 %
	15.	35 %	89 %
pH-számítás	16.	70 %	61 %
	17.	40 %	78 %
Elektrolízis	18.	45 %	61 %
	19.	25 %	44 %
Kétkomponensű keverék összetétele	20.	50 %	50 %
	21.	10 %	39 %
	25.	30 %	22 %
Molekulaösszetétel	22.	75 %	94 %
Szénhírogén égése levegőfeleslegben	23.	40 %	17 %
Háromkomponensű keverék összetétele	24.	15 %	17 %



Buzás Norbert

Újabb adalékok az elektrokémia tanításához

Az elektrokémia tanítása során számos problémával találkozhatunk magunkat szemben, melyek ráirányíthatják a figyelmet a tárgykör oktatásának gondjaira. A nehézséget nemcsak az okozza, hogy elektromosságtanban jórészt járatlan tanulónak oktatjuk ezt a témát, hanem az is, hogy a középiskolai elektrokémia sok esetben nélkülözi a pontos fogalmi megalapozást, s tanítása számos – a jelenségek különböző megközelítéséből adódó – problémát hordoz.

Egy tanulságos eset...

Köztudomású, hogy a mikroáramköri elemeket tartó paneleket (nyomtatott áramköröket) – melyek rézből készülnek – FeCl_3 -dal „maratják” a szükséges mintájúra. Ez első hallásra elektrokémiai képtelenségnek tűnik, hiszen a Cu – lévén pozitívabb a redoxpotenciálja – nem képes kiredukálni a vasat annak vegyületéből



A probléma egyszerű, de mégsem kézenfekvő megoldása abban rejlik, hogy pontosítjuk a résztvevő redoxrendszereket és hangsúlyozzuk: a redoxpotenciál az illető fém egy bizonyos – két különböző oxidációs állapotú partnert tartalmazó – rendszerére igaz, s bizony nem általános, hogy az összes vastartalmú redoxrendszer negatívabb a réztartalmúaknál.

Hiszen ha felírjuk esetünkre a pontos reakciót: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$, akkor világossá válik, hogy mikroelektronika fent említett módszere nem sérti az elektrokémiai törvényeket, mert a Cu/Cu^{2+} rendszer redoxipo-

tenciálja már kisebb, mint az esetünkben szereplő másik rendszer, a $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+} = +0,77$ potenciálja, így valóban lejátszódik a feltüntetett reakció. De csak az! A dolog külön szépséghibája, hogy a $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ rendszer redoxipotenciálját a tanuló hiába is keresné a tankönyvben...

Töltés?... Nem!... Potenciál!

Jelenleg is folyik a régóta tartó vita arról, hogy az elektrokémiai alapjelenségeket az elektromos kettősréteg kialakulásával vagy inkább oldódási egyensúlyokkal kell-e magyarázni [1,2]. Az mindenképpen nyilvánvaló, hogy a galvánelemek tárgyalásánál az elektromos kettősréteg kialakulásának ismertetése azt a téves képet alakítja ki, hogy a potenciálkülönbség oka az elektródok ellentétes elektromos töltésének [1,3]. S természetszerűleg itt felvetődik egy másik probléma is: a tanulók nemigen értik, hogy miként lehet például a negatív töltésű cinklemez – egy másik galvánelemben – pozitív pólus.

Az ellentmondások aránylag egyszerűen feloldhatók, ha röviden bemutatjuk a koncentrációs elemek felépítését, s így egyszer és mindenkorra tisztázzuk: a galvánelem pólusai között fellépő feszültségnek nem a különböző töltés, hanem a különböző potenciál az oka.

Íz eljutottunk fő mondanivalómhoz: a különböző tankönyvekben döbbenetes összhanggal „elsumákolt” potenciál fogalmához.

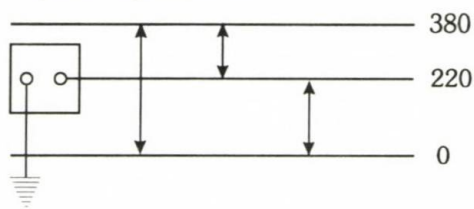
A potenciál kialakulásának precíz magyarázata középiskolás szinten valóban lehetetlen, de az is képtelenség, hogy az egész elektroké-

miát erre a fogalomra építjük, és ugyanakkor meg sem próbáljuk magyarázni. A megoldást az jelenthetné, ha világossá tesszük: a pólusok abszolút töltése lényegtelen, csak az a fontos, hogy elektronokkal való ellátottságukban különbözzenek. Ebben a gondolatmenetben a pozitív töltést erős elektronhiányként foghatjuk fel.

Ezenkívül világossá válik, a kettősréteg elmélet szerint azonos töltést hordozó koncentrációs elembeli elektródok potenciálkülönbsége, s egyértelmű lesz az elektrolit koncentrációjának szerepe az elektronellátottságban. Végezetül a felvázolt logikát követve eljuthatunk a trivialiságig: azonos elektródok (ugyanolyan fém és ugyanolyan koncentrációjú oldat) között nem folyik áram!

Kell egy biztos pont...

Sok gondot okoz a viszonyítási pont (nullpotenciál) bevezetése is. A következő fizikai analógia talán hozzásegíthet ennek könnyebb megértéséhez.

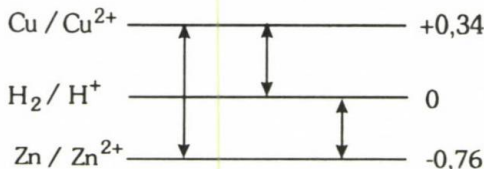


1. ábra

Tekintsük először a minden lakásban megtalálható hálózati áramforrásokat (1. ábra). Az közismert, hogy minden konnektor 2 vezetéke közül az egyik a „fázis” a másik pedig a „nulla” vezeték. Itt nyomatékosítani kell, hogy a „nulla” nem más, mint a leföldelt vezeték, ezt neveztük ki zérus potenciálnak, ez lett a viszonyító pontunk. (Nem árt megjegyezni azt sem, hogy azért ezt választottuk, mert a Föld – méretei miatt – tetszőleges töltést el tud vezetni anélkül, hogy potenciálja számottevően növekedne.) A „fázis” tehát ehhez képest van 220 V feszültségen. S itt nagyon fontos tény következik: a feszültség nem más, mint két vezető potenciáljának különbsége, így csak két vezető között mérhető! Ezzel szemben a potenciál az egyes vezetőre (vagy elektródára) jellemző érték, mely az elektronokkal való ellá-

tottságot adja meg. Világosan láttatnunk kell, hogy az abszolút potenciál nem mérhető meg, egy adott vezető potenciálja nem más, mint a nullpotenciálhoz képesti feszültsége. Így tehetjük nyilvánvalóvá azt a tényt is, hogy a Földhöz képest 220 V és 380 V potenciálú vezetékek között csak 160 V feszültség (potenciálkülönbség) mérhető.

Analóg módon az egyes elektródok potenciáljának meghatározásához is szükségeltetik egy hasonló viszonyítási pont. Sajnos azonban, mivel az elektródpotenciál több tényező függvénye (anyagi minőség, koncentráció), ezért igen nehéz volna megtalálnunk a Földhöz hasonló, szélsőséges potenciálú esetet. Így az elektrokémiában kénytelenek voltak egy jól definiálható pontot választani, és potenciálját nullának tekinteni. Miután az összes többi elektród potenciálját ehhez viszonyítjuk, azért a potenciálskálán a hidrogén-elektrod egy köztes értékekkel rendelkezik (2. ábra), s nem a skála szélső pontja.



2. ábra

A teljes analógia kedvéért megmutathatjuk azt is, hogy egy tetszőleges galvánelem elektromotoros ereje (feszültsége) itt sem más, mint az egyes potenciálok különbsége.

Hégetetül a kép teljessé tételéhez szemléltethetjük azt is, hogy a különböző koncentrációjú elektrolitot tartalmazó elektródok a redoxipotenenciál-skálán máshol helyezkednek el.

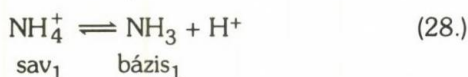
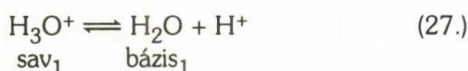
Irodalom

- [1.] Dr. Antall Lajosné: A galvánelem és az elektrolízis összefüggései a tanítási tapasztalatok tükrében, Kémia tanítása 1988. XVII. 2.
- [2.] Dr. Harka Á.: Az elektrokémia tanításának kérdései, Kémia tanítása 1985. XXIV. 4.
- [3.] Dr. Harka Á.: A galvánelemek tanításának problémái, Kémia tanítása 1980. XIX. 4.

Pálvölgyi Imre

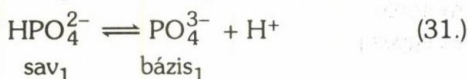
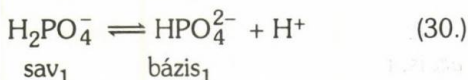
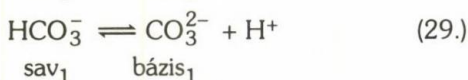
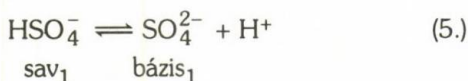
A lakmusz-indikálástól az átfogó érvényű Uszanovics-féle sav-bázis elméletig II. rész

A „**kation-savak**” protondonor pozitív ionok:

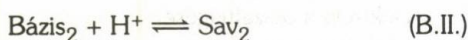


A 27. és a 28. példában említett savakhoz hasonlóan kation-savak a többi „óniumionok” is.

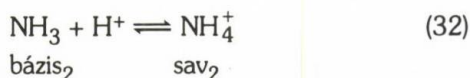
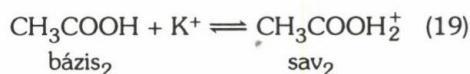
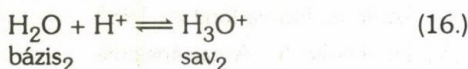
Az „**anion-savak**” protondonor negatív ionok:



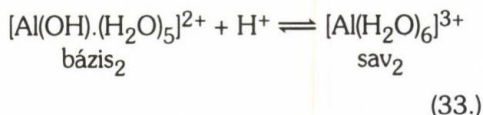
Amint az már Arrhenius-Ostwald elmélet bírálatánál szóba került, az oldatokban a H^+ -ionok szabadon nem fordulhatnak elő, az oldószer molekuláihoz kötődnek. Ilyen esetekre lássunk most néhány példát, de egyelőre még e korrespondáló sav-bázis párok szintjén maradv:



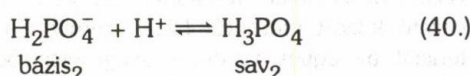
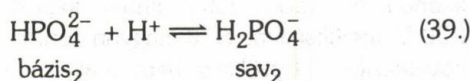
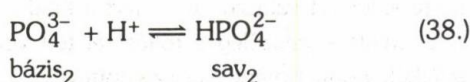
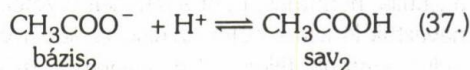
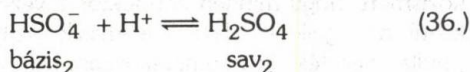
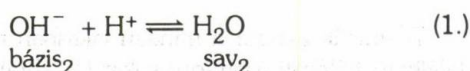
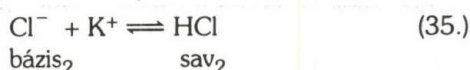
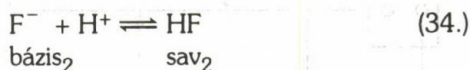
A „**semleges bázisok**” protonakceptorai semleges molekulák. Például:



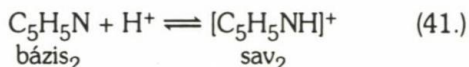
A „**kation-bázisok**” protonakceptor pozitív ionok:



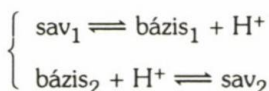
Az „**anion-bázisok**” protonakceptor negatív ionok:



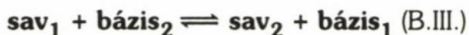
Ha tehát a protonok az oldatokban szabadon nem létezhetnek, mert egyesülnek olyan anyaggal – nyilván bázissal – mely a protont fel tudja venni, **a sav disszociációja csak akkor következhet be, ha van a rendszerben egy bázis jellegű anyag is.** Például a bázikus piridin és valamely sav kölcsönhatásaként piridiniumion keletkezik:



Vagyis a B.I. és a B.II. szimbolikus egyenlet által jelzett folyamatok csak egymás kölcsönös jelenlétében mennek végbe. **Ez a Brönsted-Lowry-féle sav-bázis elmélet alapegyenlete:**

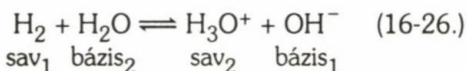


Összegreakció:



Ez az egyenlet kifejezi azt, hogy a sav-bázis reakciók legalább két egyszerű rendszer közötti protoncserélő folyamatok, melyek mindenkor új sav és új bázis keletkezését eredményezik. Kifejezi azt is, hogy valamely anyag savas vagy bázisos tulajdonságának megnyilvánulása a rendszerben lévő egyéb anyagok tulajdonságaitól is függ. A savas és a bázisos jelleg egymással össze van kapcsolva, és csak akkor beszélhetünk savról, ha bázis is van a rendszerben, ugyanígy fordítva is.

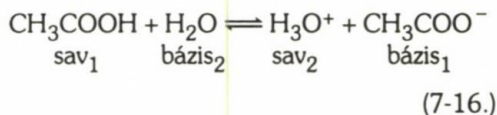
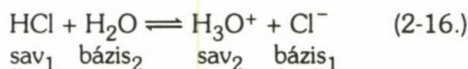
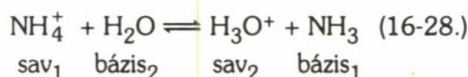
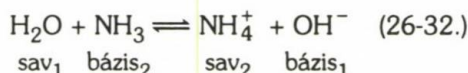
A korrespondáló sav-bázis párok bemutatására közölt példasorokból válasszunk ki néhányat, vizsgáljuk kettős sav-bázis rendszerré egyesítve! (Más példákat is közlök.)



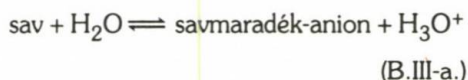
Az egyenlet jól tükrözi a víz amfoter jellemét, egyben leírja az erős savak és az erős bázisok közötti semlegesítést is, ugyanis a sav anionja és a bázis kationja a semlegesítés során nem változik. A felső nyíl irányában szemlélve a folyamatot, ez a **víz elektrolitos disszociációja** (öndisszociáció) vagy **auto-**

protolízise. Az alsó nyíl irányában **a folyamat semlegesítés.**

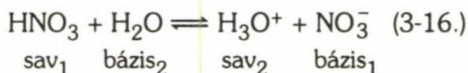
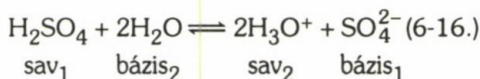
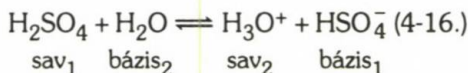
Brönsted elméletével szemben éppen ezzel kapcsolatos az egyik kifogás, ugyanis a semlegesítéskor (közömbösítéskor) savból és bázisból kiindulva semleges termék helyett, Brönsted szerint, újból savat és bázist kapunk. Ez a tapasztalatnak ellentmondó.



Ha a Brönsted-elmélet alapegyenletét (B.III.) ismét szemügyre vesszük, kiderül, hogy a savak vizes oldataiban az egyik bázis szerepét a víz, a másik bázisát a savmaradék-anion tölti be, vagyis:

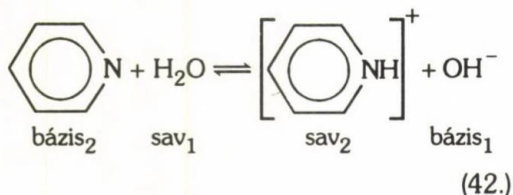
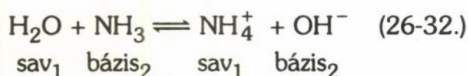
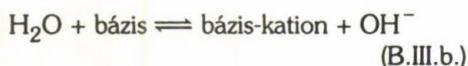


Erre példaként szolgálhat a 2-16. és a 7-16. számú reakció is, de más példák:

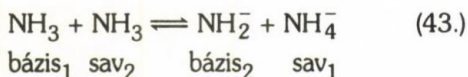


Az itt idézett esetekben a víz bázikus természetű oldószerként szerepel, a savaktól protont képes felvenni, ezért azok a vízben disszociálhatnak.

Amennyiben a Brönsted-elmélet alapján (B.III.) a bázisok vizes oldataira kívánjuk alkalmazni, ez esetben a víz az egyik savként, a bázis kationja pedig a másik savként vesz részt a folyamatban:

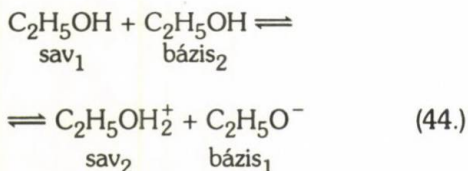


Ezekben a reakciókban a víz mint proton-donor, vagyis mint sav szerepel. Az eddig felsorolt kettős sav-bázis rendszerek a H_2O amfotériájának bemutatására irányultak főként. A vízhez hasonló módon amfoterek a többi protolitikus oldószerek is. A következő példákban a cseppfolyós ammónia autoprotolízise szemlélhető a felső, semlegesítési folyamata pedig az alsó nyíl irányában:



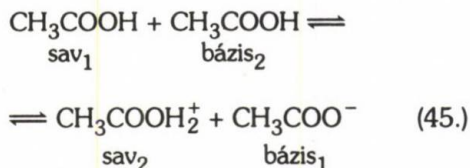
Itt az ammóniumion a savas tulajdonságok hordozója, melynek a vízben az oxóniumion felel meg, a bázikus tulajdonságokat az amidion képviseli, a vízben ennek a hidroxidion felel meg.

Az etanol autoprotolízise, illetve semlegesítési folyamata:



Ez esetben az etilátion felel meg a víz hidroxidionjának, mely a bázisos sajátosságokért, az etilóniumion pedig a víz oxóniumionjának, mely a savas tulajdonságokért felelős.

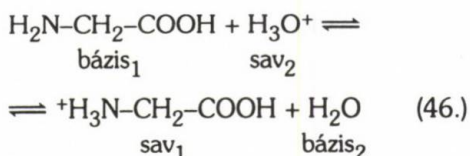
A vízmentes ecetsav öndisszociációja és semlegesítési folyamata:



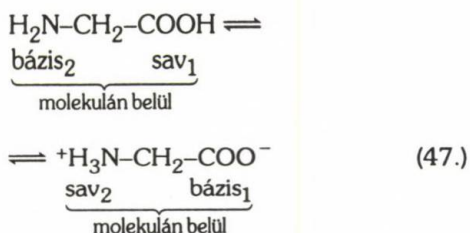
Most az acetóniumion tölti be a savas tulajdonságokat hordozó részecske szerepét, a bázisos tulajdonságokat hordozóét pedig az acetátion.

Érdekes az amino-ecetsav, valamint a hozzá hasonlóan két ellentétes jellemű – proton-donor és protonakceptor – funkciós csoportot egy molekulán belül viselő vegyületek amfotériája. Az aminoecetsav a közeg pH-jától függően válhat savvá, ikerionná, illetőleg bázissá. (Bjerrum 1951.)

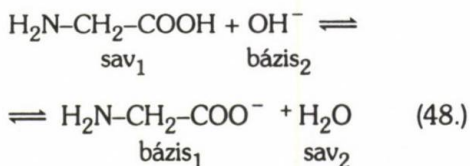
A $\text{pH} < 2$ esetén:



A $3 < \text{pH} < 9$ esetben:



Erősen lúgos ($\text{pH} > 10$) közegben pedig:



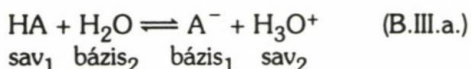
A 46. és a 48. számú reakciókban az amino-ecetsav olyan fajta felemás viselkedését tapasztalhattuk, aminőre már más reakciókban is láttunk példákat, vagyis a külső körülményektől függően kifelé (a reakciópartner sav vagy bázis

felé) mutatkozik meg a vegyület egyszer bázisos, egyszer savas karaktere, amfotériája. Ezt a fajta amfotériát **külső amfotériának** is nevezhetnénk.

A 47. számú reakció molekulán belül nyilvánuló amfotériát mutat, **ikerion** kialakulása közben. Itt egy molekulán belül hatnak egymásra a savasságot hordozó (esetünkben a karboxilcsoport) és a bázikusságot képviselő (esetünkben az aminocsoport) csoportok, molekulán belüli sav-bázis reakciót váltva ki. Ezt az amfotériát nevezhetnénk **belső amfotériának**.

A savak erőssége a Brönsted-Lowry elmélet szerint

A protolitikus sav-bázis elmélet értelmében valamely „HA” sav vizes oldatban a



egyenlettel kifejezhető módon disszociál. A vizes oldatban megmutatkozó erősségét a

$$K = \frac{[\text{A}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]} \quad (\text{B.IV.})$$

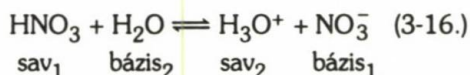
egyensúlyi állandó adja, vagyis a sav erőssége a savmolekulák és a vízmolekulák protonaffinitásától függ. Másfajta oldószer használata esetén a tömeghatás törvényébe az illető oldószer savasságot képviselő ionjainak, ill. disszociálatlan molekuláinak egyensúlyi mólkoncentrációját kell a megfelelő helyekre behelyettesíteni. Ekkor kapjuk meg az illető savnak erre az oldószerre vonatkoztatott disszociációs egyensúlyi állandóját, amely már adatszerű összehasonlításokra ad lehetőséget. (Ennél mélyebben az összefüggések mennyiségi vizsgálatába nem bocsátkozom.)

Bármely két egyszerű (korrespondeáló v. konjugált) sav-bázis pár kombinációja protolitikus folyamatot eredményez, mivel a reakciópartnerek különböző protonaffinitásúak. A protolitikus folyamatok túlnyomó részében az oldószer maga szolgál az egyik sav-bázis párral.

A vegyületeknek nemcsak a sav-bázis karaktere, hanem a savasságának, illetve a bázikusságának az erőssége is függ a reakciópartner (oldószer) természetétől. Minél nagyobb a reakciópartner (oldószer) affinitása a protonhoz, annál erősebben nyilatkoznak meg az oldott anyag savas tulajdonságai. Ezzel szemben, ha a reakciópartner (oldószer) affinitása a protonhoz kicsiny, vagyis minél könnyebben ad át protont az oldott anyagnak, annál bázikusabbnak mutatkozik az oldott anyag. Ennek folytán: **ugyanaz az anyag a különféle oldószerekben különböző erősségű sav, illetve bázis lehet.**

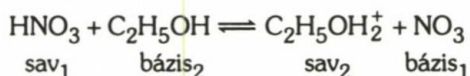
Példaként vegyük a salétromsav viselkedését a különféle protonaffinitású oldószerekben:

a) Oldószer a nagy protonaffinitású H₂O:



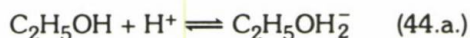
Erős sav!

b) Oldószer a közepes protonaffinitású C₂H₅OH:



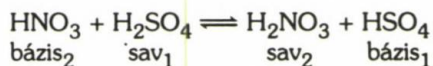
Középerős sav! (3-44.)

Ez esetben a 44. számú, vagyis az etanol autoprotolízisét kifejező egyenletből csak az egyik elemi folyamatot kell kiragadni:



(Korrespondeáló sav-bázis pár.)

c) Oldószer a csekély protonaffinitású H₂SO₄:

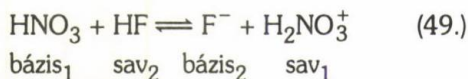


Gyenge bázis! (3-4.)

A kénsav protonaffinitása kisebb, mint a salétromsavé, így a kénsav a protondonor, a salétromsav a protonakceptor.

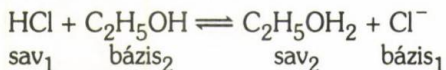
Természetesen a 3-16., a 3-44. és a 3-4. jelű reakcióegyenletekből közvetlenül csak a protonátmenet olvasható le, tehát csak a kvalitatív változás. Nem olvasható le a HNO_3 erőssége az adott oldószerre vonatkoztatva. Az a)-c) esetekben a salétromsav képlete alá írt „erős sav”, „középerős sav” és „gyenge bázis” megjegyzés tapasztalati alapokból származik, amely számszerűen a HNO_3 -nak a megfelelő oldószerre vonatkoztatott disszociációs egyensúlyi állandójával fejezhető ki. (E helyen megelégszem a kvalitatív szinttel.)

Más példák: A HNO_3 ugyancsak gyenge bázisként viselkedik a hidrogén-fluoriddal szemben:



Gyenge bázis!

A sósav vízben oldva erős sav, etanolban azonban csak középerős, az alkoholmolekulának a víznél kisebb protonaffinitása miatt:

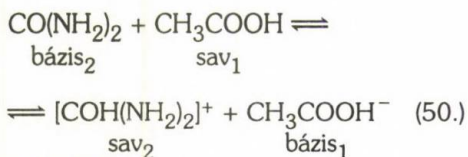


Középerős sav! (2-44.)

Az etanol autoprotolízisének egyenletéből itt is csak a 44.a. jelű elemi folyamatot kell tekinteni.

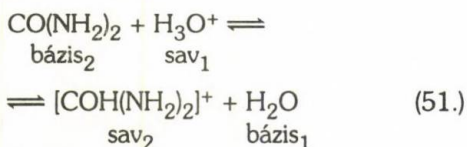
A karbamid sav-bázis tulajdonságainak változása a különféle oldószerekben legyen e témában az utolsó példa.

a) Ecetsavas oldatában:



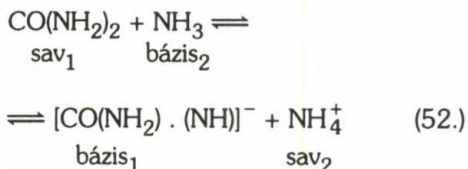
Erős bázis!

b) Vizes oldatban:



Gyenge bázis!

c) Cseppfolyós ammóniában oldva:



Gyenge sav!

Amint az a példák során szemléltethető, **ha a sav gyenge, a korrespondáló bázispárja erős, ha viszont a sav erős, akkor a korrespondáló párja gyenge bázis.** A protolitikus oldószerekben való oldódás is sav-bázis reakció, ahol az oldott anyag oldószerhez viszonyított protonaffinitása határozza meg a sav- vagy a bázistulajdonságot, illetve a sav- vagy a báziserősséget. Ezzel kapcsolatos:

Az oldószerek osztályozása

A) Bázisos oldószerek (protofil vagy protonfelvevő oldószerek): A protonaffinitásuk nagy, hidrogénvegyületektől felvett protonnal „ónium”-ionokká (vegyületekké) tudnak alakulni. Pl. ammónia, aminok.

B) Savas oldószerek (protófób vagy protongén, ill. protonleadó oldószerek): Protonaffinitásuk kicsi, protont könnyen szolgáltatnak, a gyenge bázisokat „ónium”-sókká alakítják. Pl. hidrogén-fluorid, kénsav, ecetsav.

C) Amfoter oldószerek (amfiprotonos oldószerek vagy amfolitikok): Átmeneti helyen állnak a bázisos és a savas oldószerek között. A nagy protonaffinitású akceptoroknak protont adni képesek, viszont a kis protonaffinitású donoroktól protont vehetnek fel. Pl. a víz és más OH-csoportot tartalmazó vegyületek.

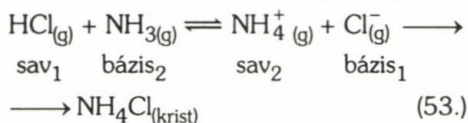
D) Aprotomos oldószerek: Nem lehetséges protoncsere az oldószer és a feloldott anyag között. Az ilyen oldószerekben feloldott anyagnak a protonoktól származó savas jellege csak akkor érvényesülhet, ha egyidejűleg szintén jelen van egy protonakceptor bázis is. Ezekben az oldó-

szerekben az oldott anyag savas vagy bázisos jellege erősen kidomborodik, ezért nevezik az ilyen oldószereket **differentiáló oldószereknek**. Pl. kén-dioxid, dinitrogén-tetraoxid, bróm-trifluorid

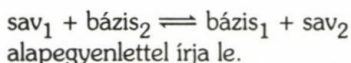
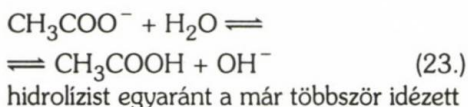
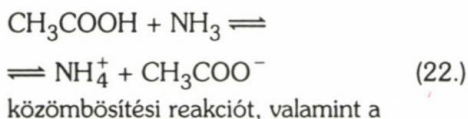
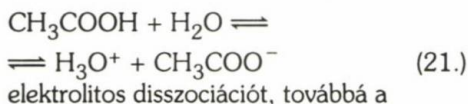
A Brönsted-Lowry-féle elmélet bírálata

A Brönsted-Lowry elmélet a sav-bázis folyamatokat minden protolitikus rendszerben általánosan tárgyalja. Nemcsak vizes oldatokban, hanem egyéb oldószerekben, sőt gázfázisban is értelmezi a sav-bázis folyamatokat.

Gázfázisban lejátszódó protolitikus reakció:



Az elmélet átfogóbb voltát az is bizonyítja, hogy az Arrhenius-Ostwald-féle elméleten alapuló olyan reakciókat, mint a



A 21., a 22. és a 23. számú reakciókat már említettem, éppen az Arrhenius-Ostwald sav-bázis elmélet bírálatában.

Az elmélet hiányosságai: Nem alkalmas az összes sav-bázis reakció értelmezésére, mert a savfunkciót kizárólag proton jelenlétéhez köti. Ezzel szemben ismeretesek olyan savas tulajdonságú anyagok is, melyek hidrogént nem tartalmaznak, valamint léteznek olyan bá-

zikus karakterű anyagok is, melyek nem a protonfelvételnek köszönhetik bázikus voltukat. Az előzőekben említettem már azt is, hogy a Brönsted-Lowry elmélet szerint a sav és a bázis között lejátszódó közömbösítés újabb savat és újabb bázist eredményez, így a közömbösítési reakció kevésbé megfogható.

Az újabb elmélethez vezető út

A protondonálás, mint az a Brönsted-Lowry elmélet taglalásakor szóba került, **csak protonakceptor jelenlétében mehet végbe**. Eközben azonban nem fordítottunk figyelmet arra, hogy a proton megkötése milyen molekulán, illetve annak milyen atomján történhet.

A proton megkötésének valamely atom vegyértékheján tartozkodó, a kémiai kötés céljára igénybe nem vett, úgynevezett inert elektronpár a feltétele. Lewis – a következőkben szóba kerülő elmélet kidolgozója – nem csupán és nem elsősorban a protonok megkötésére fordította a figyelmét, de ezt hamarosan látni fogjuk. Előtte azt kell még csak előrebocsátanom, hogy Lewis elméletének ismertetése során többször alkalmazok elektronszerkezeti képleteket, közöttük olyan reakcióban is, melyek már a Brönsted-elmélet tárgyalásakor előadódtak. Az egyik oldalról ennek az az oka, hogy Lewis az anyagok finom szerkezetével, ezen belül az elektronszerkezetével magyarázza a sav-bázis tulajdonságokat. A másik oldalról pedig azt mondhatjuk, hogy Lewis elmélete általánosabb, mint Brönstedé, így azt is magában foglalja. (Egy-egy elektronpár jelölésére mindenütt egy-egy vonalkát fogok használni.)

(Folytatás a következő számban)

Előző számunkban hiányosan jelent meg a Brönsted-Lowry-féle sav-bázis elmélet fejezetének első mondata. **Helyesen:** Amíg az Arrhenius-Ostwald-féle elmélet két részecskével, nevezetesen a hidrogéniónnal és a hidroxidiónnal operálva adja a sav-bázis jelenségek magyarázatát, Lowry és Brönsted mindezt egyetlen részecskével, a protonnal teszi.

Bemutatjuk a Magyar Vegyészeti Múzeumot

A múzeumot a Nehézipari Minisztérium alapította. Szervezése 1961-ben kezdődött meg, és működési engedélyét országos gyűjtőkörrel már 1963-ban megadta a Művelődési Minisztérium.

A múzeum elhelyezésére a Várpalota főterén álló középkori, – a II. világháborúban erősen megrongálódott – Thury várat jelölték ki. Várpalota a magyar vegyipar legnagyobb vidéki centrumában fekszik. Körzetében több kutatóintézet, vegyészeti üzem és oktatási intézmény található (MTA-MÜKKI, Nitrogénművek Rt., Nitrokémia, Veszprémi Egyetem stb.) A hely kiválasztásában gazdasági megfontolások is közrejátszottak. E döntés ugyanis lehetővé teszi, hogy egy költségráfordítással újjáépüljön az értékes műemlék, ugyanakkor végleges ott-hont kapjon a múzeum.

Néhány évi előkészítő és szervező munka után a múzeum 1969-ben birtokba vette a várépület ideiglenesen helyreállított helyiségeinek egy részét, ami a gyűjtőmunka és feldolgozás szervezett megindítását, a könyvtár elhelyezését, a tárgyi anyag raktározását, és a rendszeres kiállítási tevékenység megkezdését lehetővé tette. Ezzel egyidejűleg megindult a várépület végleges helyreállításának a tervezése, majd a kivitelezése, amely jelenleg is folyamatban van.

A múzeum feladata és gyűjtési köre

A múzeum feladata a magyar kémiaudomány, a vegyészképzés, továbbá a hazai vegyészet és vegyipar műszaki (tárgyi, írásos és egyéb) emlékeinek a felkutatása, gyűjtése, megőrzése, feldolgozása és bemutatása. A gyűjtés kiterjed a rokoniparok, például a mezőgazdaság, az élelmiszeripar, a szilvátiipar stb. kémiai szakterületeire, valamint a vegyi kisipar és a vegyi KTSZ-ek különböző ágaira is.

A gyűjtés körébe tartoznak például

- az üzemek múltjával kapcsolatos dokumentációs anyagok, így az alapítással, a telepengedélyezéssel, üzembehelyezéssel, a termeléssel kapcsolatos beadványok, tervek, iratok, térképek, műszaki rajzok, részvények, részjegyek, labor és műszaki naplók, gyártmányismertető, termékcimkék, újságcikkek, üzemi ünnepek emlékei, rendezvények fényképei, munkásmozgalmi emlékek, továbbá vállalati jelvények, emlékplakettek, vegyész sportérmek stb.
- a muzeális termelőeszközök és egyéb tárgyak, anyagok (gépek, berendezések, szerkezetek, szerszámok, munkaeszközök, védőfelszerelések, oktatási vagy kísérleti eszközök, modellek, műszerek, készülékek, laboratóriumi felszerelések, „első termék” minták stb.)
- kémikus tudósok, kiváló vegyipari szakemberek alkotásai, munkásságukkal kapcsolatos tárgyi emlékek, kéziratok, személyükre vonatkozó emlékek (fényképek, oklevelek, kitüntetések stb.)
- bármilyen szintű kémiatanítással, vegyészképzéssel kapcsolatos hazai oktatástörténeti emlékek (jegyzetek, tankönyvek, vizsga-anyagok, bizonyítványok, oktatásban használt szemléltetőeszközök: falitáblák, készülékek, modellek stb.)
- a magyar nyelven vagy magyar szerzőtől idegen nyelven bárhol megjelent kémia tárgyú szakkönyvek, szakmai cikkek vagy egyéb publikációk.

A gyűjtőmunkában kezdettől fogva nagy segítséget jelentettek a vegyipari üzemekben és intézményekben kijelölt múzeumi összekötők, de értékesen gazdagították a múzeum gyűjteményeit a magánszemélyek önzetlen tárgyi adományai is.

Az ipari miniszter a II/2/1982./Ip.K.17./ számú utasításával a vegyipari műszaki emlé-

kek gyűjtésének koordinálására, bázis múzeumként a Magyar Vegyészeti Múzeumot jelölte ki.

A múzeum gyűjteményei, kiadványai és kiállításai

A gyűjtőmunka eredményeképpen az 1992. év végén a múzeum tárgyi gyűjteménye kerekén 7600 darabból, ipartörténeti dokumentációs gyűjteménye 32 ezer darabból, fotónegatív gyűjteménye pedig 6000 darabból állt. A könyvtár állománya ugyanakkor meghaladta a 15 ezer kötetet.

A begyűjtött, jelentős mennyiségű anyag feldolgozása folyamatosan történik. Ennek részbeni felhasználásával a múzeum munkatársai már eddig is számos önálló, tudományos színvonalú tanulmányt készítettek, amelyek a szaksajtóban vagy a „Magyar Vegyészeti Múzeum Kiadványai” című sorozatban jelentek meg. (A sorozat a 23. köteténél tart.)

A gyűjteményekbe került tárgyi és egyéb anyagokat az állandó és időszakos kiállításain mutatja be a múzeum. Az állandó kiállítások a kémia tudomány, a vegyészet és a vegyipar fejlődésének hazai arany- és ezüstbányászat kapcsán már a középkorban kifejlődött fémpróbázással, az alkémia és jatrokémia hazai művelőivel a 19. században európai jelentőségű hamuzsírfozós, timsó- és salétromgyártás technológiáival, a reformkor vegyészétével, a hazai vegyiparnak a két világháború közötti fejlődésével. Az állandó kiállítás végeztől bemutatja a II. világháború pusztításait követően újjáéledt és rendkívüli mértékben fejlődött vegyiparunkat.

Az időszakos kiállítások témája általában egy adott vegyészeti iparág ismertetése vagy alapításának éppen jubileumi évfordulóját ünneplő valamelyik vegyipari vállalat fejlődésének a bemutatása.

A múzeumban felhalmozott tárgy és ismeretanyag a szakoktatás minden területén, a pályaválasztást elősegítő pályaaorientáció folyamán, napjaink műszaki fejlesztésének ötletforrásaként, de vállalati üzletpolitikai célból is jól használható.

A múlt és a – nem sok idő elteltével ugyan csak múltnak számító – jelen vegyipari emlékeinek az összegyűjtése és megőrzése, tudomány- és technikátörténeti feldolgozása hazánkban is közérdek. A középkori várpalotai Thury várat új tartalommal betöltő Magyar Vegyészeti Múzeum éppen ezért tekinti ezt fő feladatának.

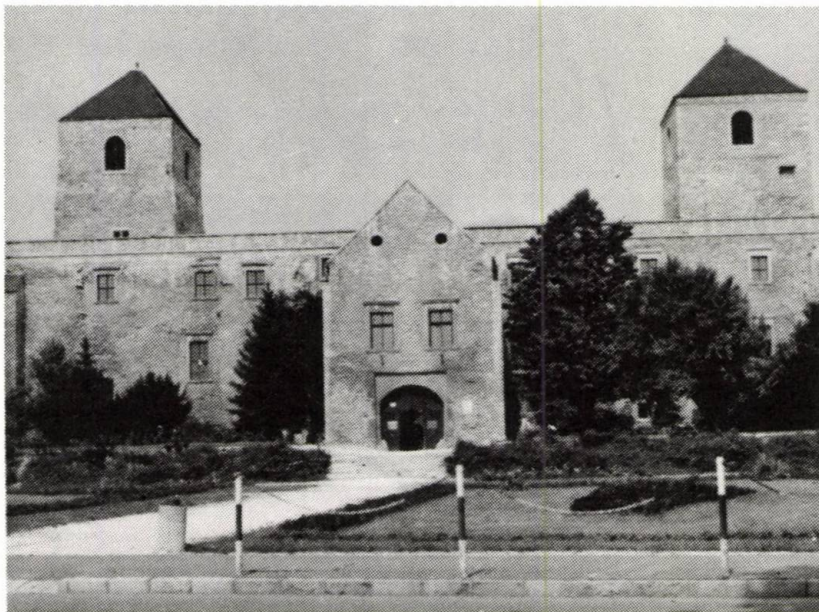
A múzeum címe:

8101 Várpalota, Thury vár, Pf.: 39

Tel.: 06-88-372-391

A múzeum nyitvatartása:

május 1-jétől szeptember 1-jéig naponta 11-17 óra között, hétfő szünnap. Az év többi hónapjaiban a múzeum csak csoportos látogatókat fogad.



PÁLYÁZAT

A MOZAIK Oktatási Stúdió pályázatot hirdet



általános és középiskolai tankönyvek, feladatgyűjtemények,
munkafüzetek, oktatási segédanyagok, módszertani útmutatók
és egyéb tanári, valamint szülői segédletek megírására, összeállítására.

A pályamunkáknak tartalmazniuk kell:

- a szerzők személyi adatait (név, cím, munkahely, személyi szám)
- a kiadvány szerkezetére, felépítésére vonatkozó elképzelést (min. 2. old. terj.)
- egy fejezet vagy téma teljeskörű feldolgozását
- a kiadvány tartalomjegyzékét.

Az elfogadott pályaműveket a kiadó megjelenteti, az alkotók
szerzői jogdíjban részesülnek.

A pályázatok beadásának határideje:

I. szakasz: 1993. július 31.

II. szakasz: 1993. december 31.

A szövegszerkesztővel, vagy géppel írt pályázatokat
a következő címre kérjük beküldeni:

MOZAIK OKTATÁSI STÚDIÓ
6701 SZEGED, PF. 301.

Bővebb információval a (62) 312-988-as telefonszámon
Böszörményi Judit áll az érdeklődők rendelkezésére.



A

kémia

TANÍTÁSA

93. SZEPTEMBER

ára: 86,- Ft

I. évf. / 4. szám

TARTALOM

SZENT-GYÖRGYI ALBERT SZÜLETÉSÉNEK
SZÁZADIK ÉVFORDULÓJA

Dr. Zallár Andor, igazgató

Dr. Szabó Tibor tudományos munkatárs
SZOTE Központi Könyvtár SzegedA NYUGAT-AUSZTRÁLIAI EGYETEMEK KÉMIA
ÍRÁSBELI FELVÉTELI VIZSGÁJA

Dr. Sipos Pál egyetemi adjunktus, JATE

ÉVFORDULÓK 1993-BAN

Balázs Lóránt egyetemi docens, ELTE

NÉHÁNY MEGJEGYZÉS VARGA ATTILA: ERŐ-
SEBB ALAPOZÁST A KÉMIÁNAK C. ÍRÁSÁHOZ

Dr. Rózsahegyi Márta egyetemi docens, ELTE

L. AVOISIER, A MODERN KÉMIA MEGALAPÍTÓJA

Balázs Lóránt egyetemi docens, ELTE

„ÉLET, ERŐ, EGÉSZSÉG - TARTJA A MONDÁS
DE MI A TEJI

Dr. Wajand Judit egyetemi docens, ELTE

Gertner Hajnalka középiskolai tanár, Siklós

A LAKMUSZ-INDIKÁLÁSTÓL AZ ÁTFOGÓ
ÉRVÉNYŰ USZANOVICS-FÉLE SAV-BÁZIS
ELMÉLETIG III. RÉSZ

Pálvölgyi Imre nyugalmazott középiskolai tanár

EGY KÖNYV MARGÓJÁRA

Dr. Adamkovich István egyetemi adjunktus, JATE

Először biokémiai munkája a biológiai oxidációval állt kapcsolatban. Az életet két különböző szempontból lehet tanulmányozni; az élő gépezet felépítésének szempontjából vagy az energia szempontjából, mely ezt a gépezetet hajtja. Az oxidáció, lévén az összes élő energia forrása, ... (3. oldal)

Talán ott illene kezdenem, hogy az ausztrálok kedvenc kérdése így kezdődik: „In your country...” azaz „A Te hazában...”, ez vagy az vagy amaz hogy van, hogy néz ki, hogy működik, milyen? Kérdések özönével halmozzák el az újonnan érkezett (szándékosan nem idegent írtam, ... (6. oldal)

A kémia tanítás bármely szintjén működő szakember elkeseredéssel látja, hogy a régebbi és újabb pedagógiai felmérések szerint (1, 2) a kémia a tantárgyak népszerűségi listájának a legvégén helyezkedik el. Egyetértek Varga Attila kollégával abban, hogy ennek mindenekelőtt tartalmi okai ... (12. oldal)

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Szerkesztő: Dr. Adamkovich
István egyetemi adjunktus
A szerkesztő munkatársai:
Dr. Kónya Józsefné egyetemi
adjunktus
Dr. Soltész György egyetemi
adjunktus
Kószó Katalin általános iskolai
szakvezető tanár
Szerkesztőség címe:
6723 Szeged, Debreceni u. 3.
Tel.: (62) 312-988,
FAX: (62) 328-247

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió kft.
Felelős kiadó: Török Zoltánné
Olvasószerkesztő: Földvári Erika
Tördelő szerk.: Kovács Attila

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió
6701 Szeged, Pf. 301.
Éves előfizetési díj: 430 Ft
A lap megvásárolható a
MOZAIK Könyvesboltokban:
Szeged, Csongrádi sgt. 73.
Budapest VIII., Üllői út 70.

Hirdetésekkal kapcsolatos
felvilágosítás: Tóth Mónika
Tel.: (62) 312-988

A kémia tanításában megjelenő
valamennyi cikket szerzői jog
védi. Másolásuk bármilyen for-
mában kizárólag a kiadó előze-
tes írásbeli engedélyével
történhet.

ISSN 1216-7576

Készült a Dürer Nyomda Kft-ben
Felelős vezető: Székely András

TARTALOM

SZENT-GYÖRGYI ALBERT SZÜLETÉSÉNEK SZÁZADIK ÉVFORDULÓJA

Dr. Zallár Andor, igazgató
Dr. Szabó Tibor tudományos munkatárs
SZOTE Központi Könyvtár Szeged

A NYUGAT-AUSZTRÁLIAI EGYETEMEK KÉMIA ÍRÁSBELI FELVÉTELI VIZSGÁJA

Dr. Sipos Pál egyetemi adjunktus, JATE

ÉVFORDULÓK 1993-BAN

Balázs Lóránt egyetemi docens, ELTE

NÉHÁNY MEGJEGYZÉS VARGA ATTILA: ERŐ- SEBB ALAPOZÁST A KÉMIÁNAK C. ÍRÁSÁHOZ

Dr. Rózsahegyi Márta egyetemi docens, ELTE

LAVOISIER, A MODERN KÉMIA MEGALAPÍTÓJA

Balázs Lóránt egyetemi docens, ELTE

„ÉLET, ERŐ, EGÉSZSÉG - TARTJA A MONDÁS DE MI A TEJI

Dr. Wajand Judit egyetemi docens, ELTE
Gertner Hajnalka középiskolai tanár, Siklós

A LAKMUSZ-INDIKÁLÁSTÓL AZ ÁTFOGÓ ÉRVÉNYŰ USZANOVICS-FÉLE SAV-BÁZIS ELMÉLETIG III. RÉSZ

Pálvölgyi Imre nyugalmazott középiskolai tanár

EGY KÖNYV MARGÓJÁRA

Dr. Adamkovich István egyetemi adjunktus, JATE

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve két példányban küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 10-12 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

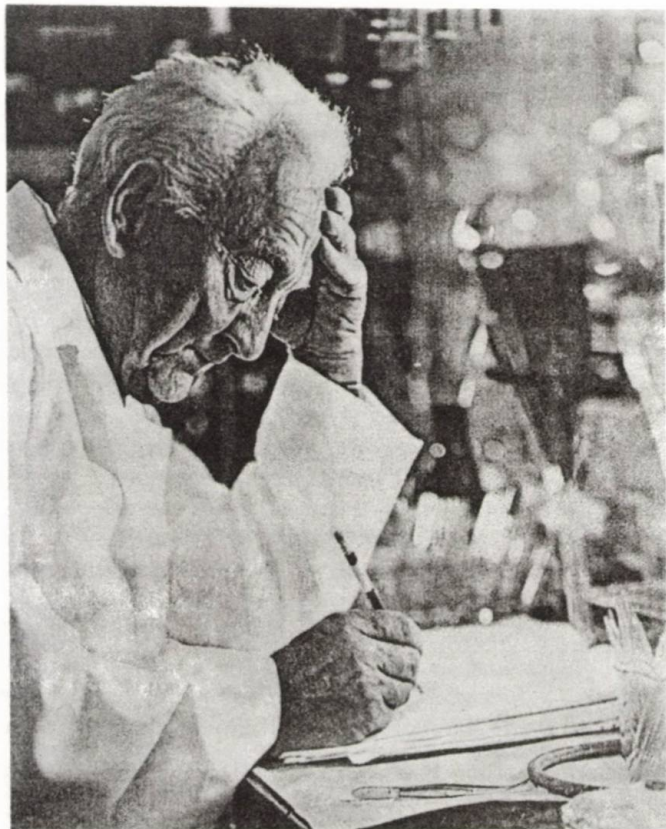
A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utalunk rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli citálások név és évszám jelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabétikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat, a megjelent cikkek utáni honorárium kifizetése érdekében személyi számukat.

Dr. Zallár Andor - Dr. Szabó Tibor

Szent-Györgyi Albert születésének századik évfordulója



Ez év szeptember 16-án lesz Szent-Györgyi Albert születésének centenáriuma. Ez alkalmából világszerte megemlékeznek a Nobel-díjas tudósról.

Szeged, ahol alkotó életének fénykorát töltötte, nem maradhat ki a megemlékezők közül.

Szent-Györgyi egyik önéletrajzában (1963) említi, hogy az akkori zseniális kultúrpolitikus, Klebelsberg Kunó miniszter invitálására fogadta el Szegeden az egyetemi katedrát, s már 1928 szeptemberében letette a hivatali esküt. Gyakorlatilag az Orvosi Vegytani Intézet veze-

tését csak 1930. szeptember 26-án vette át, mivel szabadságot engedélyeztek számára külföldi kutatásainak befejezéséhez.

A Szegeden eltöltött évek (1928-1945) életének egyik kiemelkedő, eredményekben gazdag szakasza volt. A másfél évtized alatt a szegedi egyetemen mint professzor, dékán, majd mint rektor hívta fel magára a figyelmet. Szakmai munkáját Nobel-díjjal tüntették ki. Elnyerte az egyetemi ifjúság, Szeged város társadalmának szeretetét. A város díszpolgára, az egyetem díszdoktora lett.

Halálát követő évben 1987-ben az Orvostudományi Egyetem felvette a nevét, ezzel is jelezve nemcsak megbecsülését, hanem együvértartozását is a kiváló magyar tudóssal.

Szent-Györgyi Albertről, munkásságáról igen sok könyv és közlemény jelent meg. E sorok írói másfél évtizede gyűjtik és publikálják Szent-Györgyivel kapcsolatos, ma már tudománytörténeti jelentőségű adatokat.

Mivel az egyetlen, magyarországi tevékenysége alatt Nobel-díjjal kitüntetett tudós szakmai és kutatási tevékenységéről, humanista helytállásáról igen sok közlemény jelent meg, ez alkalommal magát a tudóst szólaltatjuk meg születésének századik évfordulóján.

Marcia Szent-Györgyi a Nobel-díjas tudós özvegye minden tiszteletet érdemlően kívánja fenntartani és közkinccsé tenni Szent-Györgyi

Albert hagyatéki anyagait és dokumentumait. Az elmúlt évben – figyelembe véve Szent-Györgyi szegedi munkásságát – igen jelentős hagyatéki anyagokkal ajándékozta meg a Szent-Györgyi Albert Orvostudományi Egyetem „Szent-Györgyi Albert Különgyűjteményét.”

Az ajándékanyagban található egy Szent-Györgyi curriculum vitae, melyet a Nobel-díjas tudós 1966. november 8-án írt a McGraw-Hill (USA) kiadó számára. A szakmai életrajzot magyar fordításban ismertetjük.

„Albert Szent-Györgyi M. D., Ph. D. önéletrajza a McGraw-Hill Book Company Encyclopedia & Subscription Book Division kérésére.” November 7, 1966.

„Szent-Györgyi Albert, anyai ágon az anatómusok negyedik generációjához tartozva, szintén az anatómia és szövettan tudományával kezdte kutatómunkáját. Hamarosan azonban az élő anyag felé fordult érdeklődése, és az élettan területére lépett. A magasabbrendű állatokat túl komplexnek találta, így farmakológus lett, azzal a reménnyel, hogy itt a viszonyok egyszerűbbek, lévén a gyógyszer aránylag egyszerű anyag. De ez is túl összetettnek bizonyult, így bakteriológussá vált.

Hamarosan felfedezte, hogy a baktérium, bár nagyon kicsi, önmagában mégis egy egész univerzumot alkot, és túl bonyolult ahhoz, hogy megadja a kívánt válaszokat. Így leereszkedett a molekuláris szintre, és vegyész lett belőle. Néhány évtized után azonban úgy találta, hogy még a molekulák is túl komplexek, ezért elektronokkal kezdett dolgozni a kvantummechanika területén. Ez a gyakori anyagváltoztatás lehetővé tette számára, hogy a biokémiai tudományok teljes körét áttekinthesse, le egészen az elektronok szintjéig, de mindez nem vezette őt el az élet teljesebb megértéséhez, mert az elektronoknak egyáltalán nincs életük, sem molekuláik. Így élete későbbi éveiben ismét felemelkedett a molekuláris szintre.

Iső biokémiai munkája a biológiai oxidációval állt kapcsolatban. Az életet két különböző szempontból lehet tanulmányozni; az élő

gépezet felépítésének szempontjából vagy az energia szempontjából, mely ezt a gépezetet hajtja. Az oxidáció, lévén az összes élő energia forrása, annak az ígéretét hordozta magában, hogy megadja számára a választ az élet természetére. Először a növényeken vizsgálta az oxidációt. Az a barna szín volt az iránytűje, amely sok növényben kifejlődik, amikor a növény megsérül. Mindenki ismerheti az érett banánnak ezt a színét, ha ránéz a banánra, miután azt tegnap leejtette. Azt tapasztalta, hogy ez a szín egy fenolos szubsztrát oxidációjának köszönhető, amit egy enzim idéz elő. Körülbelül a növények fele mutat ilyen barna elszíneződést, a másik fele azonban nem. Így azon növények kerültek érdeklődésének középpontjába, amelyeknél nem lehet kimutatni ezt a barna elszíneződést, ilyen például a citrom, a narancs és a káposzta. Úgy találta, hogy az összes ilyen növény tartalmazott egy erős redukáló hatású anyagot, amely megakadályozta az aromatisz szubsztrátok oxidációját által előidézett elszíneződés kialakulását. Iszolálta ezt az anyagot, amelyről kiderült, hogy a régóta keresett C-vitamin. Ezt az anyagot ő „ascorbinsav”-nak nevezte el. Ezután az állati szövetekhez fordult. Abban az időben heves vita folyt arról a kérdéssel, hogy vajon a testünkben a tápanyagok vagy az oxigén aktiválódnak-e, amikor az oxidáció végbemegy. Kimutatta, hogy mindkét teória helyes, és az aktivált tápanyag, illetőleg az aktivált hidrogén oxidálódik az aktivált oxigén által. Ezen tanulmányai során még azt is felfedezte, hogy az enzimeknek, amelyek oxidálják azon szubsztrátokat, melyek két karboxilcsoporttal és négy szénatommal vagy pedig hat szénatommal és két karboxilcsoporttal rendelkeznek, univerzális katalizáló szerepük van az állati anyagcserében. Ezért a felfedezéséért és az ascorbinsav elkülönítéséért 1937-ben elnyerte a Nobel-díjat. Ezután izomkutatásba kezdett. Hamarosan felfedezett egy új fehérjét az izomban, amit „actin”-nak nevezett el, és amit később tanítványa Straub iszolált. Az actin és egy másik fehérje, a myosin, mely már majdnem száz éve ismert volt, egy komplex actomyosint alkottak. Kicsi, mesterséges izmok állított elő actomyosinból, és ha adenzin-trifoszfátot adott hozzájuk, ami az izomösszehúzódnak legfontosabb energiaforrás-

sa, akkor ezek a mesterséges izmok összehúzódtak. Az izom tanulmányozása után a sejt-ozlász problémája felé fordult, ez mind a mai napig foglalkoztatja. Elméletének megfelelően a sejt viselkedése két anyag egyensúlyától függ, az egyik az, amelyik megpróbálja szaporítani, a másik pedig az, amelyik meggátolja ezt a szaporítást. Reméli, hogy e két anyag közepárnya által sikerül egy nyomot találnia a rák megértéséhez.

Szent-Györgyi Albert különböző országokban folytatta ezeket a tanulmányokat. Anatómiai tanulmányait a budapesti egyetemen végezte el, ahol 1917-ben doktorált. Ugyanezen az egyetemen a bakteriológia területén is dolgozott. Pályafutását a hamburgi Trópusi Egészségtudomány Intézetben folytatta, Németországban. Innen Hollandiába ment, ahol a gyógyszerterületén dolgozott, és elkezdett a vegytannal is foglalkozni. Az észak-hollandiai groningeri egyetemen biokémikussá vált. Hollandiából Angliába távozott, ahol a Cambridge-i egyetemen megszerezte a Ph. D. fokozatot. Cambridge-ből az Egyesült Államokba ment, onnan visszatért szülőhazájába, Magyarországra, innen pedig az Egyesült Államokba emigrált 1947-ben. Itt a Marine Biological Laboratory-nál egy kutatócsoport vezetője, amelyet „The Institute for Muscle Research”-nek neveznek.

Szent-Györgyi mindig határozottan hangsúlyozta, hogy az erkölcsi felelősséget nem lehet átruházni, és mindenkinek tisztáznia kell az erkölcsi problémákat saját lelkiismeretével, így visszautasította az állást nem foglalást is, ha egy morális kérdésben kellett döntenie. Ez szembenállását eredményezte a náci és később a szovjet uralommal is. Ismételten felemelte hangját, mikor új hazája, az Egyesült Államok háborúba bocsátkozott Vietnammal. Mindig határozottan a béke pártjára állt, hangoztatva annak fontosságát, hogy a tudósoknak külön kötelességük a békéért és az emberi megértésért, tisztességtudásért, humanizmusért és becsületességért munkálkodniuk, mert a tudomány a különböző színű, világnézetű és nemzetiségű tudósok tevékenységén alapszik, akik másokat tanítanak tisztán és objektíven gondolkodni. A tudósoknak azért is külön kö-

telességük a béke és az emberi megértés mellett kiállniuk, mert ők adják az emberek kezébe azokat az új eszközöket, melyekkel magát az emberi haladást lehet kioltani, vagy pedig felemelni a méltóság és a jólét olyan magaslatára, amelyről ma még nem is álmodunk.

Szent-Györgyi több mint 200 tudományos tanulmányban számolt be munkájának eddigi eredményeiről, és számos könyvet is írt. Első könyvét McMillan adta ki az Egyesült Államokban „On oxidation, fermentation, vitamins, health and disease” címmel. Izomtanulmányait egy könyvben publikálta szülővárosában. Ezt a könyvet Karger adta ki Baselban, Svájcban a következő címmel: „Studies from the Institute on Medical Chemistry University Szeged”. Izomkutatásainak eredményeit később három könyvben foglalta össze, ezeket az Academic Press adta ki. Két könyvet írt a kvantummechanikáról, az első címe „Bioenergetics”, a másodiké pedig „Introduction to a Submolecular Biology” volt, mindkettőt a New York-i Academic Press Inc. publikálta.

Korábbi beszédeinek és rövidebb cikkeinek gyűjteményét ezen témakörökben a New York-i Vantage Press adta ki.

Élete során Szent-Györgyi nagyon sok időt szentelt a különféle sportágaknak. Kiváló síelő és alpinista volt, és most, hogy a tengerparton él, sok időt tölt horgászással és úszással. A horgászást különösen jó elfoglaltságnak tartja egy tudós számára, mert bár a horgászás lefoglalja, mégsem zavarja a tudatalatti gondolkodást, mely nála vezető szerepet kap a tudományos kutatómunkában.”

(ford.: Papp Kornélia)

Az életrajzból érthetően hiányzik a későbbi éveket meghatározó kutatásainak részletezése, középpontban a rákkutatás és a „Falak nélküli laboratórium” ötletének zseniális megszervezése. A szakmai önéletrajzból az is kitűnik, hogy Szent-Györgyi a szakmai problémákról könnyedén, érthetően fogalmazott, így ezen írásából is sokat tanulhatunk.

Dr. Sipos Pál

A nyugat- ausztráliai egyetemek kémiai írásbeli felvételi vizsgálja

Talán ott illene kezdenem, hogy az ausztrálok kedvenc kérdése így kezdődik: „In your country...” azaz „A Te hazádban...”, ez vagy az vagy amaz hogy van, hogy néz ki, hogy működik, milyen? Kérdések özönével halmozzák el az újonnan érkezett (szándékosan nem idegent írtam, hiszen itt senki sem idegen, lévén mindenki vagy majd mindenki első generációs bevándorló) mindenre kíváncsiak, mindent tudni akarnak rólad.

A partikon, piknikeken, kávészünetekben vagy akár a folyosón egyik lábról a másikra álldogálva is a legkülönbözőbb témákat vetik fel, kultúráról, étkezési szokásokról, oktatásról, adórendszerrel és árakról (politikáról nem, az ugyanis hidegen hagyja az „aussie”-kat, a TV-híradóban is csak a sporthírek és az időjárásjelentés után jön a politika).

E kicsit talán túl élénk színekkel lefestett ausztrál kíváncsiság háttérében két dolog állhat: az egyik, hogy abban a kavalkádban kinek-kinek csak akkor van esélye saját kulturális értékeinek megőrzésére, ha megismeri (és megtanulja tisztelni!) a másik ember kultúráját; a másik, hogy az ausztrál nemzeti tudat egyik fontos eleme az a gondolat, hogy a „valóság valahol másutt, nagyon messze innen történik”, és hogy emiatt „talán éppen Te tudsz mesélni valamit a valóságról nekem...”

Egyéves kinntartózkodásom során, amit a Nyugat-Ausztráliai Murdoch Egyetemen töltöttem, mint vendégkutató, rengeteg kérdésre kellett válaszolnom. Módom volt saját kultúránk szinte minden lényeges elemét összehasonlítani másokéval; egy halom dolgot megtanultam Ausztráliáról, és ennek tükrében hihetetlenül sok mindent megértettem Magyarországról is, olyan dolgokat, amelyek jelen-

tőségét és értékét, egyáltalán: létezését korábban talán észre sem vettem.

Persze nem erről szeretnék írni, hanem sokkal praktikusabb dologról: a kémia felvételiről. Ennek a kérdésnek úgy kerültem a közelébe, hogy az egyik kávészünetben kollégáim a magyar felvételi rendszerről kezdtek el faggatni. Ki-kí elmesélte, mit tud és mit tart a sajátjáról, és aztán jött a – szükségeszerű – összehasonlítás: kinek jobb, kinek szigorúbb, kinek igazságosabb a rendszere. A vita a dolog természeténél fogva eldöntetlenül végződött, kézzelfogható eredményeként azonban megkaptam az 1991. évi írásbeli kémia-felvételi fénymásolatát. Az alábbiakban be szeretnék mutatni ebből néhány szemelvényt, és közlenni az ezzel kapcsolatos magánjellegű megjegyzéseimet.

Mielőtt erre rátérek, néhány szó az ausztrál felvételi rendszerről általában. Hasonlóan a mi rendszerünkhöz, az ausztrál egyetemek felvételi vizsgái is államunként egységesek. A felvételi pontszám a – szintén egységesített – érettségi és felvételi alapján áll össze. Fontos megemlíteni, hogy nincs a felvételi vizsgának szóbeli része. A formális beiratkozást megelőző elbeszélgetés („interview”) inkább emberi, mint szakmai dolgokról szól. A szóbeli vizsga egyébként az egyetemen sem divat, jegyeket ott különféle írásbeli tesztekre vagy beszámolókra kapnak a hallgatók. Ismerőseim nem tudták megdöbbenésüket palástolni, amikor elmeséltem nekik, hogy nálunk Magyarországon egy középiskolai tanári diploma megszerzéséért kb. 45-60 alkalommal kell szóban vizsgázni. „Micsoda emberkinzás!” („What a torture!”) – volt a reakciójuk. (Van benne valami!)

Az írásbeli felvételi anyagát egyetemi oktatók állítják össze, amit egy középiskolai tanárokból álló bizottság vizsgál felül és igazít hozzá a középiskolai anyaghoz. Az 1991-es év felvételi anyagát az egyetem egyik adjunktusa szerezte meg nekem, aki nem titkolta a „színvonal” kapcsán érzett büszkeségét (naná, hiszen tagja volt a szerkesztőbizottságnak). Kicsit meg is volt lepődve, amikor finoman a tudomására hoztam (remélem, nem sértettem meg), hogy bizony, ezt nálunk egy jobban „eleresztett” másodéves gimnazista legalább 80%-ra „hozná” (ez ott kb. elég is a bekerüléshez).

Maga a dokumentum majd' 40 oldal, ebből az első harmad különböző adatok és állandók gyűjteménye. Mivel ezt minden hallgató megkapja, szükségtelen bármiféle segédeszköz használata. (Ezzel a hallgatókat a puskázás csábításától igyekeznek megóvni, amit nagyon szigorúan bírálnak el: „lebukás” esetén a hallgató az állam összes egyeteméről automatikusan kizárja magát!)

A felvételi példasor érdemi része szerkezetében hasonló, arányaiban viszont lényegesen eltérő a mienkétől. Az elérhető maximális pontszám 100, ebből 30 pont szerezhető 30 feleletválasztásos tesztkérdésre (nincs közöttük többszörös választás, vagy relációanalízis!), 35 pont 10 darab több alkérdésből álló, nyitott mondat jellegű kérdésre, 25 pont az 5 számítási feladatra, végül 10 pont olyan feladatokra, amelyek során táblázatok üres helyeit kell kitölteni a jelölteknek.

Igen száraz, esetleg unalmas volna, ha a továbbiakban a feladatok részletes elemzésével foglalkoznánk. Kísérletet teszek inkább arra, hogy néhány (önkéntesen) kiragadott példán keresztül érzékeltessem ennek a dokumentumnak a „hangulatát”, és megpróbálom megosztani a Tisztelt Olvasóval azokat a tanulságokat, amelyeket leszűrtem magamnak.

Mint már említettem, a feladatsort összeségében könnyebbnek ítélem meg, mint a miénket. A számítási feladatok nehézsége például valahol a mi „első kettő” példánk szintjén mozog. Illusztrációként az egyiket idemácsolom, (én ezt találtam az öt közül a legnehezebbnek).

„Egy fürdőmedencét, amelynek térfogata 31500 dm^3 , kalcium-hipoklorittal ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) kívánja tulajdonosa fertőtleníteni.

- Hány kg $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ -ot kell a medencébe tenni, hogy a hipoklorit ion koncentráció 15 ppm legyen ($1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg/dm}^3$).
- A medencébe végül is a fent meghatározottnál több $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ -ot tett tulajdonosa. Néhány nap múlva **minden** OCl^- ion Cl^- ionná redukálódott **az alábbi egyenletnek** megfelelően:



A medence vízből vett mintához feleslegben AgNO_3 -ot adtunk, és visszamértük a kivált ezüst klorid **csapadékot**. 200 ml -nyi mintából $0,0362 \text{ g}$ száraz AgCl -ot nyertünk. Mekkora tömegű $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ -ot tett a tulajdonos a vízbe?”

A feladat – a mi mércénk szerint – nem csak azért könnyű, mert néhány aránypárral megoldható, hanem azért is, mert a szövegben számos segítő információt kap a hallgató (ld. kiemelt részek). Nálunk ezeket az adatokat nem vagy nem mindig adják meg a felvételizőknek, építve azok anyagismeretére. Az ausztrál hallgatónak viszont szabad egy csokor adatot, ténytet tudnia – elegendő, ha azt tudja, hogy hogyan kell azokat alkalmazni. Amikor vendéglátóimnak ezt megjegyeztem, azt a választ kaptam, hogy a táblázatok és a könyvek ott vannak a szakember asztalán, és azokból a hiányzó adatok bármikor előkereshetők. („A nagybetűs életben szabad, sőt kell is puskázni.”)

A következő példát az utolsó kérdéscsoportból választottam, nehézségi fokozata nálunk szintén közepes lenne:

„Egy vegyész az alábbi anyagokat rendelte egy kémiai vegyszerszállító cégtől:

- 500 ml oktán
- 500 ml butánsav
- 500 ml 1-butanol
- 500 ml 2-metil-2-butanol
- 500 ml 0.1 M nátrium-karbonát
- 500 ml 0.1 M oxálsav

Szállítás közben a címkék leestek az üvegekről, és összekeveredtek. Tervezzon meg egy kémiai teszt sorozatot, amellyel az üvegek tartalma azonosítható. Írjon reakcióegyenletet és magyarázatot minden lépéshez. A laboratórium, ahol a teszt sorozatra sor kerül, mindenféle közönséges kémszer rendelkezésre áll."

Talán ez az egyetlen olyan feladat az egész feladatsorban, ami anyagismeretet firtat. A legalacsonyabb százalékbán megválasztott kérdés is itt található: a primer és tercier alkoholok reakciói közötti különbséget a felvételizők mindössze 3 százaléka ismerte.

A teljes feladatsor olvasása során végig az volt az érzésem, hogy az csupa olyan kérdésekből áll, amelyekben a hétköznapiakban bárkikor felvetődhetnének (és: nemcsak egy praktizáló vegyész hétköznapijaiban). Ez pedig problémák megoldására, az ismeretek (még ha azok nem is széleskörűek) „INSTANT” alkalmazására ösztönzik a hallgatókat. A mi kémiatanításunkban megszokott és „jól bevált” „steril” példák ezt a sikerélményt nem mindig biztosítják.

„A tudásod annyit ér, amennyit alkalmazni tudsz belőle.” Hogy ez mennyire igaz Ausztráliában, hadd írjak le ide egy, az egyetemi oktatásból vett példát. Témavezetőm 10 héten át heti három órában tartott bioszervetlen kémia előadást, főkéllégiumként. Az első kilenc óra előadásban (ennyire volt türelmem) kb. olyan mélységig jutott el az anyagban, mint a mi egyetemi oktatóink a félév első előadásán, amikor a tárgy céljáról, tárgyáról (korábban pártosságáról is) beszéltek. Az előadó viszont nem terhelte a hallgatót az adott természeti törvény összes lehetséges illusztrációjával, hanem megelégedett néhány jól megválasztott és alaposan kivesézhető példával. Ugyanakkor: az első előadáson minden hallgató kapott egy olyan elemet a periódusos rendszerből, amely nyomelemként bioaktív. A félévalírás feltétele pedig az volt, hogy az utolsó 3-4 év idevonatkozó szakirodalmi adatait ki-ki gyűjtse össze, dolgozza fel és kritikailag értékelje. A hallgatókat tehát azonnal a „mélyvízbe” dobták, a – mi standardunk szerint csekély – ismeretanyagot

azonnal élesben kellett alkalmazniuk, persze, a saját szintjükön.

Hisszakanyarodva a felvételi példasorhoz: van egy másik fontos elem, ami ide kívánczik. Minden tesztkérdés, minden feladat egyértelmű, objektíven értékelhető, ezért könnyűszerrel juttatja sikerélményhez a hallgatót (és persze a javítást végző oktatót is). Hiányzik a kérdések sorából például az esszé, ami – véleményem szerint – az egyik legcsiklandósabb pontja a magyar írásbeli felvételinek (nemcsak a kémiának!). Az esszéből ugyanis nagyon könnyű kihagyni valamit, amit a javítókulcs szerkesztői pontlevonással büntetnek. Emellett az esszé objektív értékelése (csakúgy, mint a szóbeli vizsgának) nagyon nehéz, ha csak nem lehetetlen. Az ausztrál felvételizők nincsenek ilyen típusú kockázatnak kitéve, és az ottani vizsgáztatók inkább arra kíváncsiak, hogy mit tud a hallgató, és nem arra, hogy mit nem tud. Ez a pozitívista(?) szemlélet egyébként – számomra legalábbis úgy tűnt – áthatja az egész ausztrál oktatási rendszert. Náluk azonnal dicséret jár azért, ha a hallgató tud valamit, a mi rendszerünkben viszont szidás vagy büntetés, ha valamit nem tud. Nem tudom, talán éppen ez az oka annak az „amerikás” magabiztosságnak (ami egyébként az „aussie” átlaghallgatónak is sajátja), ami számunkra annyira szembeötlő és – helyenként – irritáló tud lenni. Egy pimasz sarkítással élve: jobb annak, aki kevés tudással magabiztos, mint annak, aki okos fejével frusztrált?

Az ausztrál kémia felvételiben sokkal kisebb hangsúlya van a kémiai számítási feladatoknak, mint nálunk, hiszen ezekre az összpontszám 25%-a kapható (nálunk 50%!). Nincs pH számítás, kinetika vagy egyensúlyok, és a többszörösen mérhetetlen kémiai problémák sem szerepelnek a felvételi anyagban. Hogy ez jó vagy nem – nem tudom. Hadd mondjak erről csak annyit, hogy azoknak a „postgrad”-oknak (végzett egyetemistáknak) a tudásszintje, akikkel a Murdoch Egyetem Kémiai Tanszékén találkoztam – megítélésem szerint – nem sokkal haladta meg egy magyar első vagy másodéves egyetemista szintjét. Ezzel a sommás, emiatt nyilván torzító, megállapítással egyik rendszert

sem szeretném kritizálni – csupán a „folyamat” és a „termék” minőségi különbségeit szeretném ezzel is hangsúlyozni.

Annak eldöntését, hogy jobb-e az ausztrál kémia felvételi, mint a miénk, (ha ez egyáltalán a fentiek alapján lehetséges) a Tisztelt Olvasóra bízom. Az biztos, hogy minőségében más. Ilyen nehézségű példasor bizonyára kevésbé tudná differenciálni érettségiző hallgatóinkat,

ugyanakkor szemléletmódjában és tartalmában a miénktől eltérő minőségű értékeket hordoz.

Bízom abban, hogy ezzel a rövid beszámolóval sikerült ezek közül ráirányítani néhányra a Tisztelt Olvasó figyelmét.

Illusztrációként néhány eredeti angol nyelvű felvételi kérdés az 1991-es felvételiből:

PART 1

Answer ALL questions in Part 1 on the Separate Multiple Choice Answer Sheet provided, using a "2B" pencil. This part carries 30 marks.

1. Which one of the following, in the solid state, has a crystal structure which contains discrete molecules?
 - a) Magnesium chloride
 - b) Hydrogen chloride
 - c) Iron(II) chloride
 - d) Sodium chloride
 - e) Aluminium oxide.
4. Which of the following aqueous solutions would have the lowest pH?
 - a) 0.1 M H_2SO_4
 - b) 0.1 M HNO_3
 - c) 0.1 M KOH
 - d) 0.1 M $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 - e) 0.1 M NaCH_3COO
10. Which of the following DOES NOT have the electronic structure $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$?
 - a) S^{2-}
 - b) K^+
 - c) Al^{3+}
 - d) Ca^{2+}
 - e) Ar
24. Which of the following is most miscible with water?
 - a) Hg
 - b) C_6H_{14}
 - c) CH_3COCH_3
 - d) CCl_4
 - e) C_6H_6
28. Which one of the following species contains a different number of electrons from all the others?
 - a) NO^+
 - b) CN^-
 - c) N_2
 - d) O_2^{2-}
 - e) Si

PART 2

Answer ALL questions in Part 2 in the spaces provided below. This part carries 35 marks.

8. Write the NAME of

- a) a metal which is a stronger reductant than zinc _____
- b) a gas which turns damp litmus paper blue _____
- c) an element, solid at room temperature, whose oxide forms an acidic solution in water _____
- d) A tertiary alcohol containing four carbon atoms. _____

(4 marks)

Balázs Lóránt

Évfordulók 1993-ban

A kémiatörténet számos epizódját, vagy híres kémikusok munkásságát sokan használják fel a tanítás során motivációra, a tanulók érdeklődésének felkeltésére. Nevelő hatását nem szükséges külön hangsúlyoznunk, s a magyar vonatkozások a hazafias nevelés szempontjából sem érdektelenek. E rövid összefoglalás a tanév során aktuális évfordulók gyors áttekintéséhez kíván segítséget nyújtani. Ezek a témák ugyanis egyaránt szerepelhetnek a tanításban, a tanórán és szakörökben, vagy éppen a tanulók által összeállított dolgozatokban, faliújságokon is. Ilyen rövid áttekintés természetesen nem helyettesítheti az önálló tanulmányok bővebb információs anyagát, és az adatoknak a további kiegészítéséhez utána kell nézni kémiatörténeti munkákban, lexikonokban. A cél csupán a figyelem felkeltése, egyszerű emlékeztető.”

800 éve, 1193-ban született

Albertus Magnus (Albert von Bollstadt), német lovag, domonkosrendi szerzetes, a század kiemelkedő tudósa. Kémiai munkái között a *De Mineralibus*, és a *De Alchymia* című könyve jelentős. A gyakorlati megfigyelések fontosságát hirdette, ugyanakkor átvette az al-kímia elveit (az arisztotelészi négy elem, a „kén-higany” elv). Tőle származik a salétromsav „választóvíz” elnevezése, a kémiai affinitás kifejezése, a zöld vitriol (vas-szulfát) alapos vizsgálata. *Roger Bacon*-nel közel egyidejűleg többféle lőpor-receptet is leírt (a lőporokat azonban nem ők, hanem sokkal korábban a kínaiak fedezték fel!) 1280 november 15-én Kölnben halt meg.

500 éve, 1493-ban született

December 17-én: Paracelsus (Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Ho-

henheim), az orvosi kémia megalapítója, a Zürich melletti Einsiedelben. Egész Európát bejárta ismereteinek kiegészítésére, járt hazánkban is. Gyógyszerei között fontos szerepet játszottak a kemikáliák, melyek előállítását az orvos kötelességének tartotta. Az alkohol elnevezést, az „al Kohlu” kifejezést Lavoisier tőle vette át a kémia új nevezéktanába). Követőinek is számos kémiai felfedezés köszönhető, a jatrokémiairól sokan a kémiatörténet külön korszakaként emlékeznek meg. Számos könyvet írt, a „Paragranum” magyarul is megjelent. Salzburgban, 1541 december 17-én halt meg.

250 éve, 1743-ban született

Augusztus 26-án, Párizsban: *Antione Laurent Lavoisier*.

December 1-én született Wornigerodeban: Martin Heinrich Klaproth, német kémikus, az analitikai kémia jelentős képviselője, a berlini egyetem professzora. Felfedezte az urániumot (1789, fém: Peligot, 1841), melyet az Uránusz bolygóról nevezett el, a cirkóniumot (1789, fém: Berzelius, 1824), ő állította elő fémként, és nevezte el tellúrnak (1798) a magyar Müller Ferenc által felfedezett (1782, 1784) „metallum problematicum”-ot. Ő nevezte el titánnak (1792) a Gregor által felfedezett elemet, és végül Berzeliustól (1803) függetlenül fedezte fel a cériumot. Bevezette a százalékos anyagösszetételt az elemzésekbe. 1817 január 1-én, Berlinben halt meg.

200 éve, 1793-ban született

Április 12-én, Gyöngyösön: Bugát Pál, orvos, a Magyar Tudományos Akadémia tagja (1830), a Természettudományi Társulat alapítója és első elnöke (1841). Résztvett a nyelvújításban, mely éppen a kémiában nem nevezhe-

tő túl sikeresnek (az arany mintájára képzett higany neve azonban fennmaradt!).

150 éve, 1843-ban született

Október 22-én: Stephen Moulton Babcook, amerikai kémikus, az agrokémia egyik úttörője a New York melletti Bridgewaterben. Tejvizsgálatai tették híressé, tanulmányozta a pasztörizálás folyamatait, módszert dolgozott ki a tej zsírtartalmának meghatározására. 1931 július 1-én, Maddisonban halt meg.

100 éve, 1893-ban született

Március 26-án, Dorchesterben /Massachusetts: James Bryant Conant, amerikai kémikus. A „szupersavasság” felfedezője (1927-1928) nemvízes közegben. Résztvett az atombomba ipari kivitelezésének programjában (1942), tanulmányozta a katalitikus kaucsuk-polimerizációt. Hannoverben/New Hampshire, 1978 február 11-én halt meg.

Április 29-én, Walkertonban/India: Harold Clayton Urey, amerikai kémikus, a New York-i Columbia (1934), a chicagói (1945), majd a kaliforniai Berkeley (1958) egyetem kémia professzora, a nehézhidrogén (deutérium) felfedezője (1931), kémiai Nobel-díjas (1934). A nehésvíz a második világháború során vált különösen fontossá. Így aligha meglepő, hogy korábbi eredményei alapján, az atombomba kifejlesztésére alakított MED (Manhattan Engineers District) programban jelentős szerephez jutott, és ennek keretében végzte tovább kutatásait. La Jollában, 1981 január 6-án halt meg.

Augusztus 17-én, Berlinben: Walter Noddack, aki feleségével, Ida Tackeával, felfedezte és előállította a Rajnárról (Rhenus) elnevezett réni-umot (1924, 1928)

Szeptember 3-án Késmárkon: Schulek Elemér, gyógyszerész-kémikus, az MTA tagja (1941, 1945), Kossuth-díjas (1949, 1951) a hazai analitika kiemelkedő alakja. Az Országos Közegészségügyi Intézet Kémiai Osztályának vezetője (1927-től), majd az intézet egyik igazgatója (1941-1944) volt. 1932-től már magán-

tanári kinevezést kapott a budapesti egyetemen. 1944-től a Pázmány (Eötvös Lóránd) egyetem Szervetlen és Analitikai Intézetének professzoraként működött, s teremtett maga körül klasszikus analitikai kémiai iskolát. Mellette kezdte meg pl. Pungor Ernő akadémikus is a műszeres analízis kifejlesztését hazánkban. Budapesten, 1964 október 14-én halt meg.

Szeptember 16-án, Budapesten: Szent-Györgyi Albert.

Október 28-án, Londonban: Sir Christopher Kelk Ingold, a leeds-i (1924-1930), majd a londoni egyetem professzora, elméleti szerves kémikus. Kötéselmélettel, reakciókinetikával foglalkozott (1920-tól), és számos eredményt ért el még a kvantumelmélet kidolgozása előtt is. Vizsgálta a kötésben levő atomok kölcsönhatását, a határszerkezetek közti mezomeriát (1926). Bevezette az induktóméter effektus, a nukleofil és elektrofil reakciók fogalmakat (1933), tanulmányozta a molekulák térszerkezetét (1956). A Cahn-Ingold-Prelog szubsztitúciós szabály egyik kidolgozója. Londonban, 1970 december 8-án halt meg.

November 19-én: Anton Eduard van Arkel, holland kémikus, a nagy tisztaságú fém-előállítás (Arkel-de Boer-eljárás) egyik úttörője.





Dr. Rózsahegyi Márta

Néhány megjegyzés Varga Attila: „Erősebb alapozást a kémiának” című írásához

A kémiatanítás bármely szintjén működő szakember elkeseredéssel látja, hogy a régebbi és újabb pedagógiai felmérések szerint (1, 2) a kémia a tantárgyak népszerűségi listájának a legvégén helyezkedik el. Egyetértek Varga Attila kollégával abban, hogy ennek mindenekelőtt tartalmi okai lehetnek, konkrétan a *tananyag sok, nehéz és elvont* nemcsak az általános iskola 7. osztályában, hanem a gimnázium I. osztályában is. A tartalmi problémák mellett szólni kell arról is, hogy gyakran az alkalmazott tanítási módszerek sem segítik a tárgy megkedveltetését, az érdeklődés felkeltését. Az érdekes, látványos kísérletek bemutatása vagy elvégeztetése, modellek, filmek, ábrák felhasználása helyett sajnos a „tábla-kréta” kémia az uralkodó az iskolák nagy többségében. Elég nehéz elképzelni, hogy egy átlagos 13-15 éves gyerek lelkesedését a kvantumszámok, az elektronegativitás vagy a mól-fogalom bemagolása kelti fel.

Ezért megértem és látom a jó szándékot a javasolt tartalmi változtatásban, de ezzel kapcsolatban nem hallgathatom el kérdéseimet, kétségeimet sem. „Az ismerkedés a kémiával” című 29 órára tervezett bevezető fejezettel kapcsolatban a következő kérdéseket vetem fel:

1. Ha az az alapvető koncepció, hogy a bonyolult rendszerektől haladunk az egyszerű felé, akkor a hidrogén miért szerepel a 3. témában, az oxigén és a szén-dioxid pedig a 4-ben?

2. Az 5. téma címe a következő: „Környezetünk összetett anyagai”, a 16. téma cí-

me pedig: „A levegő, mint összetett anyag” (3 óra). Vajon hogyan lehet az 5. órán a keverék és a vegyület fogalmát meghatározni? Miért nem a levegő az egyik példa a környezetünk összetett anyagaina? Vajon miért kell három óra a levegővel való ismerkedésre, ha az oxigén és a szén-dioxid már szerepelt?

3. A 10. téma címe: „A konyhasó is összetett anyag”. Ezt hogy bizonyítjuk, előállítjuk elemeiből a vegyületet, vagy elektrolízissel felbontjuk elemeire? Félek attól, hogy a szerző az elektrolízisre gondol, mert a 12. téma címe: „Az elektród anyaga a grafit”. Az elektrokémia még a gimnázium III. osztályában sem tartozik a könnyű témák közé, a 7. osztály elején egyáltalán nem tartom lehetségesnek a tárgyalását úgy, hogy a gyerek megértse.

4. A levegő tárgyalása után a 17. egység címe: „Legősbibb mesterséges anyagaink: a fémek” (1óra). Véleményem szerint a cím sem túl szerencsés, és az anyag feldolgozásának logikai sorrendjét sem értem.

A továbbiakban a „II. Atomok és elemek” című fejezet első témája: Az anyagmennyiség. Az addigi címszavakban sehol nem szerepel az atom, a molekula, a relatív atom- és molekula-tömeg, a vegyjel és a képlet, akkor vajon hogyan lehet a mól fogalmát megfogalmazni, nétn megérteni?

A kémiai reakciók tárgyalása a 8. osztály elejére kerül, a tervezett óraszám: 15. Majd ez után kerül sor 34 órában a szervetlen kémia, 17 órában pedig a szerves kémia tárgyalására. Nem tartom jónak ezeket az arányokat, mert

azt a veszélyt rejt magában, hogy a kémiai egyenletek felírását, a reakciók csoportosítását, a kémiai számításokat elszakítjuk a konkrét kémiai jelenségektől, hiszen konkrét kémiai változást – ugyan kisebb számban szerepelt már a 7. osztályban – a szervetlen és a szerves kémiában lát a tanuló, ezért nem szükséges azok tárgyalása előtt 15 órában foglalkozni a kémiai reakciókkal.

A felvetett kérdések egy részére bizonyára megnyugtató választ kapnék, ha tanulmányoz-

hatnám az „Ismerkedés a kémiával” című témakör említett jegyzetszerű feldolgozását. Csak a cikk alapján azonban *nem javasolom a kollegáknak a tematika kipróbálását.*

Irodalom:

- [1.] Orosz Sándor: Tantárgyi attitűd és tanulási habitus, Iskolakultúra, II. évfolyam, 23-24. szám 38. o.
- [2.] Horvátovich Sándorné: Az attitűdvizsgálatok és elemzésük, Iskolakultúra, III. évfolyam, 9. szám 81. o.

Balázs Lóránt

Lavoisier, a modern kémia megalapítója

Párizsban, 250 évvel ezelőtt, 1743. augusztus 26-án született *Antione Laurent Lavoisier* francia természettudós, a kémia történetének kimagasló alakja. Különös tehetsége volt az elméletalkotáshoz, a jelenségek közötti összefüggések felismeréséhez. Ugyanakkor kitűnő kísérletezőként, elképzeléseit pontos mérésekkel támasztotta alá. Munkássága a legszorosabban kapcsolódik a flogiszon-elv megdöntéséhez és az oxigén központi szerepén alapuló új kémia kidolgozásához. Híres könyve, a *Traité élémentaire de chimie* (Párizs, 1789)¹ új korszakot nyitott meg: a modern kémiáét.

Az ifjú Lavoisier családi hagyományokat követve jogot végzett, de érdeklődése a természettudományok iránt korán felébredt. Ebben nem kis szerepet játszott a *Mazarin* Kollégium tanára, a csillagász *la Caillet*-nek, valamint a családi barát, a geológus és minerológus *Guettard*-nak a hatása. S minthogy ebben az időben az ásvány- és ércelemzés a legszorosabb kapcsolatban állt a kémiával, Lavoisier a *Jardin de Roi* neves professzorának, *Roullenne* kémiaóráira is bejárt.

Az elméleti és a gyakorlati problémák egyaránt érdekelték, foglalkozott meteorológiával^{2,3}, geológiával⁴, és Párizs városi világításá-

val (1765), a dohányiparral (1769-1771). 1768-ban már jelölték a francia Tudományos Akadémia tagjául (teljes jogú tagja: 1778), és ekkoriban lépett a *Ferme-Générale* (adóbérlők) sorai közé is. 1771-ben nősült meg, s kevesen tudják, hogy felesége – Jacques Paulze, a *Ferme* egy tagjának leánya – nem kis mértékben segítette elő Lavoisier tudományos munkásságát, az angol nyelvű könyvek és cikkek fordításaival, a laboratóriumban férje kísérleti jegyzőkönyveinek rendszeres vezetésével, sőt – rajztudása miatt – ő készítette el Lavoisier híres könyvének ábraanyagát is! Gyermektelenségük jelentette házasságuk egyetlen problémáját. Nagy társadalmi életet éltek, minden külföldi tudós meglátogatta az akkor már híres Lavoisier-t, neves vendégeik között szerepelt pl. Benjamin *Franklin*, amerikai tudós és párizsi követ is.

A világ eseményei és a tudományos háttér egyaránt fontos, ha Lavoisier munkásságát és tudománytörténeti szerepét meg akarjuk érteni. A korszak jellemzői:

- az ipari forradalom első szakasza,
- az égés flogiszon-elmélete,
- a kémiai elemzések fejlődése,
- és az első gázfelfedezések.

Lavoisier érdekes és jelentős változásokat hozó történelmi-gazdasági korszakban nőtt fel és dolgozott. A 18. század közepe, az ipari forradalom kezdete, s ez – társadalmi következményei mellett –, hatással volt a technika és a tudományok fejlődésére is. Lavoisier személyes sorsa sem független a történelmi eseményektől, hiszen életének utolsó éveiben tört ki a francia forradalom: s a gazdag adóbérlőt, a Ferme-Générale tagját, 1794. május 8-án lefejezték Párizsban.

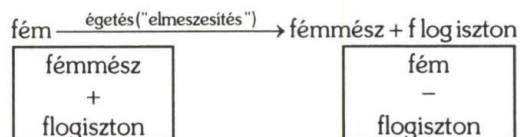
Az ipari forradalom közvetlen hatást gyakorolt a fejlődésre. A jóminőségű ércekben gazdag Svédországban ekkoriban lendült fel a bányászat és kohászat, és az ehhez kapcsolódó ásvány- és ércelemzés terén pedig európa-hírvé vált. A svéd kémia jeles képviselője, a kémiai elemzések megalapítója és Lavoisier kortársa: *Bergman* volt. De korántsem véletlen, hogy éppen itt fedezték fel sorban az újabb és újabb fémeket: *Georg Brandt* a kobaltot (1733), *Alexander F. Cronstedt* a nikkelt (1751), *Scheele* a mangánt (1774), *Peter Hjelm* a molibdént (1781) és a *Bergman* mellett dolgozó *d'Elhuyar*-testvérek a volfrámot (1783). A németeknél *Maggraf* és *Klaproth*, hazánkban pedig *Müller Ferenc* (a tellúr felfedezője, 1782, 1784), *Born Ignác*, *Kitaibel Pál* voltak Lavoisier kortársai. Azt se feledjük: ekkor élte fénykorát a világhírű *Selmecbányai Bányászati Akadémia* is, melyet *Mária Terézia* – közel évszázados előzmények után – emelt e rangra (1763, 1770), melynek gyakorlati-laboratóriumi képzése mintául szolgált az európai egyetemek számára (pl. *Fourcroy* elragadtatottan számolt be (1794) róla Párizsban!).

Közvetlenül a textilipar igényeinek hatására lendült fel a vegyipar: a *Ward*-féle kénsavgyártást (1736, 1749) fokozatosan felváltotta a nagyipari igényeket már kielégítő ólomkamrás eljárás, melyet *John Roebuck* talált fel (1746) Angliában, ahol nagyjából a század közepén tértek át a vászon savanyútejes áztatásáról a kénsavas előkezelésre. A szódagyártás ipari módszerét pedig Lavoisier honfitársa, *Leblanc* találta fel a század végén. A kémia iránti érdeklődés tehát a vegyipar oldaláról is jelentősen megnőtt!

A kémiai elemzések és mérések régi hagyományai és új eredményei egyaránt arra ösztönözték Lavoisier-t, hogy minél pontosabb módszereket dolgozzon ki az anyagok vizsgálataira (innen ered az a tévhit, hogy ő fedezte fel a tömegmegmaradás elvét, melyet egyébként évszázadok óta alkalmaztak a kémikusok). *Black-ke* szinte egyidőben (1772) ismerte fel a fajlagos hőkapacitást (fajhő), majd az anyagok égétes vizsgálataira kifejlesztette a kalorimétert. 1772-től kezdte meg égésvizsgálatait, többek között a gyémánt égetését is⁵, melyről égéstermékének azonosításával (szén-dioxid) kimutatta, hogy szén. 1772 szeptember 10-én foszfort égetett, és feljegyezte, hogy az „levegőt” köt meg, s égéstermékét foszforsavként azonosította, s megállapította, hogy ennek súlya nagyobb, mint a kiindulási foszforé volt. November 1-én hasonló kísérletet végzett a kénnel is⁶.

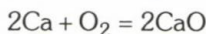
Lavoisier *Stahl flogiszon-elméletének* korszakában élt, mely ugyan adott az égésre valamiféle magyarázatot, de ez sem Lavoisier, sem mások tapasztalataival ekkoriban már nem állt összhangban. *Stahl* szerint ugyanis az éghető anyagok flogisztont tartalmaznak, s égéskor a flogiszon távozik el belőlük! Így minél könnyebben égnek, s minél kevesebb a visszamaradt anyag, annál nagyobb flogiszon-tartalmuk (mint pl. a kén, a foszfor, vagy az alkohol esetében, melyek ezek szerint csaknem teljesen flogiszonból állnak, hiszen tökéletesen elégnak). Lavoisier azonban pontosan mérte a reakciók kiindulási anyagait és végtermékeit, s az utóbbiak súlya, különösen a fémek elégetésénél (oxidációjkor) szembetűnően megnövekedtek. Erre mind többen felfigyeltek és a flogiszonisták pl. a flogiszon negatív súlyával próbálták az elméletet megmenteni (*Venel*, 1750).

Lavoisier kezdetben azon fáradozott, hogy kiderítse: mit tekinthet egyszerű, vagy összetett anyagnak. Ezen a téren ugyanis a flogiszon-elmélet alapos zavart okozott, ha pl. a fémek „égetését” (oxidációját) nézzük:



A flogiszon-elmélet a reakciók anyagi változásai helyett az égés képességét tekintette a folyamat lényegének, s minthogy a fém flogiszon-tartalmú: összetettebb anyag, mint a fémmész, mely nem más, mint a flogiszonjától megfosztott fém!

Ezzel szemben a valóságos folyamat, amelyre Lavoisier később rájött:



tehát az égéskor nemhogy valami eltávozna (flogiszon), de éppen anyagfelvétel (oxigén) következik be, mely mérhető súlygyarapodást is okoz!

A történethez itt kapcsolódnak a gázfelfedezések. Bevezetőként Black (1754-55) karbonátokkal végzett kísérletei, s elsőként a hidrogén (Henry Cavendish, 1766), majd a nitrogén (Daniel Rutherford, 1772) felfedezése. Aligha meglepő ezután, hogy szinte verseny folyt az oxigén felfedezéséért, és csaknem egy időben hárman, a svéd Scheele Uppsalában, Priestley Angliában, Lavoisier pedig Párizsban ért el eredményt. Lavoisier erről így írt:

„... A levegőnek ezt a részét Priestley, Scheele és én egyidejűleg fedeztük fel. Priestley deflogiszonizált levegőnek, Scheele pedig tűzlevegőnek nevezte. Én először nagymértékben belélegezhető levegőnek hívtam...”⁷

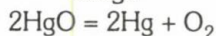
A publikációk időpontja azonban Priestleynek kedvezett, s ma őt tekintjük az oxigén felfedezőjének. Ez azonban mit sem csökkenti Lavoisier érdemeit, aki az oxigén központi szerepét ismerte fel az égésben: s kialakította az „oxigén-elméletet”, s így sokkal többet tett, mint egy elem felfedezése. Ha lerövidítjük az oxigénnel kapcsolatos, szerteágazó kutatásait, akkor a következőket mondhatjuk az oxigén előállításáról:

1. Scheele a barnakövet (= mangándioxid, MnO_2) vizsgálva fedezte fel a mangánt (1774), majd ezzel oxidálta az etanolt: előállította az acetaldehidet (1773). A barnakő és sósav reakciójával nyerte és fedezte fel a klórt (1774), s a barnakő hevítésével jutott a

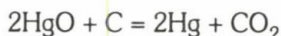
„tűzlevegőhöz” (oxigéngáz) is! Erről 1774 szeptemberében írt levelében számolt be Lavoisiernek.

2. Priestley a salétrom, és más anyagok hevítésével is eljutott a közönséges levegőnél „jobb levegőhöz”: a „deflogiszonizált levegőhöz” (oxigéngázhoz), de itt a legfontosabb a vörös higanymész (= HgO) hevítése, melyről személyes látogatása során 1774 októberében számolt be Lavoisiernek Párizsban:

higanymész – fémhigany + „deflogiszonizált levegő”



3. Lavoisier abból a feltevésből indult ki, hogy Priestley higanyvegyülete talán fémmész, akkor pedig, mint minden fémmész, szénnel ez is fémmé redukálható:

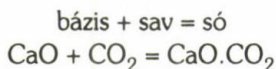


1775-ben kimutatta, hogy ekkor fémhigany és az általa sokat tanulmányozott szén égési terméke (a szén-dioxid, CO_2) keletkezik, vagyis feltevése helyes. Érthetetlen volt azonban Priestley megfigyelése, hogy a fémmész hevítésével olyan gáz képződik, mely éltetőbb (jobb), a levegőnél (= oxigén)!

Lavoisier lényegében azt vetette fel: miből állnak a fémmeszek, illetve a Black-féle „fix levegő” (= CO_2)? Rájött arra, hogy mindkettő az oxigén vegyülete: oxid! Lavoisier már 1783-ban elég erősnek érezte oxigén-elméletét ahhoz, hogy támadást intézzzen a flogiszon-elv ellen, s memorandummal (írásban csak három évvel később jelent meg⁸!) fordult a Tudományos Akadémiához, melyben kifejtette elképzeléseit.

Lavoisier szerint a lúgos sajátságú fémmeszek (tehát a bázisok) a fémes elemek oxidjai, illetve a kén, a foszfor, vagy a szén elégetésével nyert savas tulajdonságú anyagok (a savak), a nemfémes elemek oxidjai! Éppen ez utóbbi megfigyelésből kiindulva nevezte el az új gázt oxigénnek (= „savképző”, görög). Lavoisier tehát nem tett különbséget a fémoxidok és hidroxidok között, s a savakat, a kénsavat, szénsavat, stb., is egyszerű oxidoknak tartotta! Ebből következett az, hogy a savak és bázisok reak-

ciójával képződő sók, e kétféle oxidból épülnek fel. Pl.:



Lavoisier további érdeme, hogy a vegyületek összetételét és elnevezését összekapcsolta. Négy francia kémikus: *Guyton de Morveau, Lavoisier, Berthollet és de Fourcroy* 1787-ben az oxigén központi szerepén alapuló új kémiai nevezéktant dolgoztak ki⁹, s ettől fogva a vegyületek megnevezése egyúttal kémiai összetételükre is utalt. A korábbi anyagneveknek ugyanis semmi köze nem volt az összetételhez, s gyakran ugyanazt a vegyületet többféle néven is ismerték. Az anyagokat sokszor helységekről (pl. „epsomi só”, MgSO_4), felfedezőjükről (pl. „Glauber csodálatos sója”, Na_2SO_4), előállításuk szerint, pl. „vitriol-olaj” (kénsav) vagy tulajdonságairól „antimonvaj”, „cink-virág” (ZnO)¹⁰, „ólomcukor” (Pb-acetát) nevezték el.

A nehézségeket könnyen megítélhetjük abból is, hogy – bár a hidrogént és az oxigént felfedezték – a víz összetételét csak 1783-ban ismerték fel, igaz akkor hárman is: *James Watt, Cavendish és Lavoisier*. Lavoisier a vizet a hidrogén oxidjaként azonosította, s miután a hidrogén közvetlenül vízzé volt elegethető, *Guyton de Morveau* bevezette a hidrogén (= „vízképző”, görög) elnevezést. Csupán a teljesség kedvéért említjük: a nitrógen (= salétromképző, nitrum/latin) elnevezés Chaptaltól származik, Lavoisier „moffet”-ként, majd „azot”-ként (= nem éltető, görög) emlegette.

Lavoisier oxigén-elmélete korszakváltást eredményezett a kémiában, de ez korántsem ment végbe egyszerűen, magától értetődően. Így pl. a kor kiemelkedő jelentőségű tudósa, *Cavendish* haláláig flogisztionista maradt, az oxigént deflogisztionizált víznek (ill. gyúlékony levegőnek) nevezte, s kijelentette: „... az általánosan elfogadott flogisztion-elmélet legalább olyan jó, mint Lavoisier úr elmélete...” Ez jól példázza azt, hogy még a legnagyobb tudósnak is korlátokat szabhat a korszak, melyben él.

Lavoisier elgondolásai azonban rövid időn belül győzedelmeskedtek: az 19. század már az oxigén-elmélet jegyében kezdődött. Lavoisier csodálatos tehetségével valóban a kémiai történet új korszakát nyitotta meg!

Irodalom

- [1.] Lavoisier: *Traité élémentaire de chimie*, Paris, 1789 (ang. ford.: *Elements of Chemistry*, Edinburgh, 1790)
- [2.] *Oeuvres de Lavoisier*, 4, 1, Paris 1864-1893
- [3.] U. o. 3, 765; 5, 187; 2, 38, 64; 2, 103
- [4.] Lavoisier: *Elements of Chemistry*, Part 1, 36. old., Edinburgh, 1790
- [5.] Lavoisier: *Mémoires de l'Académie* 505, 1786
- [6.] *Guyton de Morveau, Lavoisier, Berthollet, de Fourcroy: Méthode de nomenclature chimique*, Paris 1787
- [7.] Lavoisier: *Elements of Chemistry*, Bevezető, XXXI. old.

CEMOLKER

A Cemolker Kft. változatlanul rendelkezésre áll a tanulói kísérletek elvégzéséhez szükséges szerves és szervetlen vegyszerekkel és egyéb segédeszközökkel pl.: gumidugók, gumicsövek, táblakréta, kémcsövek stb. Az 1993-as tanévtől új termékkel jelentkezünk, melynek neve Demo Teszt, s amellyel 8 féle szemléletes kísérletet lehet elvégezni.

Várjuk szíves megrendeléseiket. Kérésre részletes katalógust küldünk.

Cemolker Kft. 2750 Nagykőrös, Baracsi u. 3.

Tel.: 06 (53) 351-074.



Dr. Wajand Judit - Gertner Hajnalka

„Élet, erő, egészség” - tartja a mondás.

De mi a tej?

A kisgyereknek, vagy az állatbébinek ideális táplálék, amelyet anyja szervezete termel.

A felnőttek étkezésében is fontos szerepet játszik a tehén-, a juh-, a kecske, vagy a bivalytej. Hazánkban főképpen a tehéntej termelésével és feldolgozásával biztosítják a lakosság tej- és tejtermékkel való ellátását, más országokban a juh, a kecske és a bivalytejet is nagyobb mennyiségben fogyasztják. A juhtej tápértéke igen magas, energiataralma pedig literenként 3600-5200 kJ is lehet, míg a tehéntejé csak körülbelül 2500 kJ. 1 liter juhtej energiaértéke 15 tojás, vagy 1 kg sovány marhahús energiataralmával közel azonos.

Az emberek fejenkénti átlagos tejfogyasztása évi 80-100 literre tehető. A Föld különböző országainak adatait vizsgálva azonban igen eltérő értékeket kapunk. A legtöbb tej (fejenként kb 300 l évente) Norvégiában, Svájcban, Svédországban, Finnországban, Kanadában, Ausztráliában és az USA-ban fogy. Ezzel szemben Kínában, Indiában, Görögországban és Portugáliában nagyon kevés tejet fogyasztanak. Magyarország egy főre jutó évi tejfogyasztása 160-170 literre becsülhető.

A tej az egyik legfontosabb élelmiszerünk, mivel minden olyan tápanyagot tartalmaz, ami az emberi szervezet számára szükséges.

A vegyész számára a tej bonyolult összetételű polidiszperz rendszer, amely zsírokat, fehérjéket, tejcukrot, ásványi anyagokat, provitaminokat és vitaminokat tartalmaz.

A frissen fejt tejet *nyerstejnek* nevezik, hiszen még feldolgozatlan. A tejelő állatok tejének zsírtartalma a takarmányozástól, a fajtától, a fajtától, sőt, sok esetben az egyedtől függően 2% és 8% között van. A nyerstejet lefölözve

nyerik a *sovány tejet*, amely a lefölözés mértékétől függően 0,1-2,5% zsírt tartalmaz. Teljes tejnek nevezzük azt a tejet, amelynek eredeti zsírtartalmát nem csökkentették.

A tehéntejben a zsír mellett kb. 3,5% fehérje, 4,0-4,5% tejcukor (laktóz), 0,7-0,8% ásványi anyag (kálium, kalcium, nátrium, magnézium, vas, foszfor, klór, kén, nyomokban cink, mangán, magnézium, jód, stb.) található. A tejben lévő alkotórészek mennyisége nagy mértékben függ az állat tartási, takarmányozási körülményeitől. Pl. szabadon tartott, s ily módon zöldtakarmánnyal találkozó állatok tejében több a vitamin, illetve a provitamin (pl. karotin), mint az istállóban tartott, száraztakarmánnyal etetett állatok tejében.

A tej igen jó táptalaja a mikroorganizmusoknak, melyek a nyerstejben elszaporodva rontják annak mikrobiológiai minőségét. Ezért a frissen fejt tejet a baktériumok elszaporodásának elkerülése érdekében minél gyorsabban 4-5 °C-ra kell lehűteni, és lehetőleg ilyen hőfokon kell a tejüzembe szállítani, ahol a tejet *pasztőrözik* a mikroorganizmusok elpusztítása érdekében. Pasztőrözésnek általában a 100 °C alatti hőkezelést nevezzük, melynek a tejtermékek gyártásánál leggyakrabban alkalmazott formái a *gyorspasztőrözés* (72-76 °C-on 10-40 mp hőn tartás) és a *pillanatpasztőrözés* (min 85 °C, hőn tartás nélkül). Napjainkban egyre inkább terjed a fogyasztói tejfeleségek esetében az ún. UHT, vagy másképpen *ultrapasztőrözés*, amely 130-140 °C-on történik néhány másodperces hőn tartással annak érdekében, hogy e termékek eltarthatóságát növeljék (féltartós, tartós tej). A pasztőrözéssel és a forralással a tej egyes alkotóiban változás történik. Pl. több vitamin jelentős mértékben elbomlik.

A tejüzemekben a fogyasztói tejfélésegeken kívül a tej jelentős részéből habtejszínt, tejszínhabot, tejfölt, vajot, túrót, sajtot és egyéb termékeket készítenek.

A tej vizsgálatára többféle szempontból is szükség van. A tejtermelő gazdaságokban pl. a *zsírtartalom* megállapítása elősegíti a tenyész kiválasztást, valamint alapul szolgál a tej minőségének a megítéléséhez.

A tej üzemi átvétele két feladatból áll, a *minőségi* és a *menyiségi* átvételből. A minőségi átvétel azért fontos, mert csak jó minőségű alapanyagból lehet kifogástalan terméket gyártani, és a minőség az átvételi ár alapjául is szolgál. A minőségi átvétel során meg kell állapítani a tej *hőmérsékletét*, *érzékszervi tulajdonságait* (szagát, színét, ízét és állományát), *frissességét* (savfokát), *fizikai tisztaságát*, *zsírtartalmát*, *sűrűségét*. További elengedhetetlen vizsgálatok a nyerstej *összcsíraszámának* és *sejttartalmának* meghatározása, melyek szintén szabványban rögzített áralakító tényezők. Főleg a frissességi vizsgálat alapján állapítható meg a tej áttehetősége. A különféle tejhamisítások kideríthetők a sűrűség, vagy a fagyáspont meghatározásával.

A vizsgálatokat mintavétel előzi meg, ennek kivitelezését is szabvány tartalmazza (2).

„Játszogatassunk” egy kicsit a tejjel vegyész módon, hiszen a szabványban foglalt vizsgálatok vagy azok egyszerűsített változatai iskolában is elvégezhetőek.

A tej alkotórészei közül a *zsírtartalom* a leginkább ingadozó. Rendesen október, november hónapokban több zsírt tartalmaz a tej, mint május, júniusban. Esti fejes zsírdúsabb tejet ad, mint a reggeli (a különbség lehet 0,3-0,4 % is).

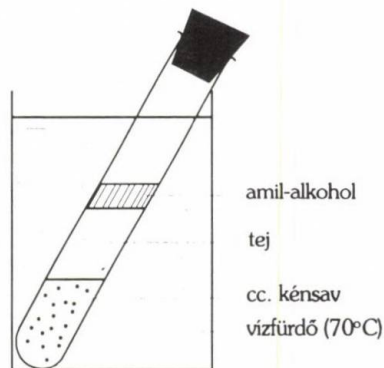
1. A tejszír kimutatása a Gerber-féle[®] eljárás alapján (3) egyszerűen

Szükséges anyagok: koncentrált kén-savoldat ($1,816 \text{ g/cm}^3$), tej v. tejpor, amid-alkohol

Eszközök: nagyméretű kémcső gumidugóval, 200 cm^3 -es főzőpohár mérőhenger

Végrehajtás: a kémcsőbe óvatosan 10 cm^3 koncentrált kén-savat, azután 11 cm^3 tejet, végül 1 cm^3 amid-alkoholt öntünk.

Gumidugóval a kémcső száját jól lezárjuk, a mintát összerázzuk és meleg (70°C -os) vízfürdőbe tesszük (1. ábra).



1. ábra

Körülbelül öt perc múlva zsíros, olajos réteg keletkezik a kén-sav és az amid-alkohol határfelületén. A zsírréteg vastagsága a tej zsírtartalmától függ.

Magyarázat: a koncentrált kén-sav a zsírkon kívül a tej összes alkotórészét (fehérjét stb.) elroncsolja. Az amid-alkohol (sűrűsége = $0,815 \text{ g/cm}^3$) nem zsírolószerként működik, hanem kizárólagos szerepe, hogy a zsírréteg különválasztását gyorsítsa.

Megjegyzés: a meghatározáskor a kémcső megtöltésének sorrendje is fontos, mert a koncentrált kén-sav és az amid-alkohol egymásrahatásakor kén-savban oldhatatlan vegyületek keletkeznek, például az amidén, (trimetiletén) C_5H_{10} , amelyek a zsírtartalmat látszólag megnövelik.

2. A tejsavas erjedés tanulmányozása (1)

Szükséges anyagok: tej, KMnO_4 , cc. H_2SO_4 , 2 mol/dm^3 koncentrációjú NH_3 -oldat, $0,1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú AgNO_3 -oldat, koncentrált NH_3 -oldat

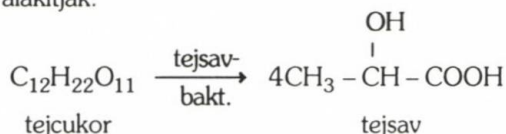
Eszközök: Erlenmeyer-lombik, vattadugó, Bunsen-állvány, szűrőkarika, üvegtölcsér, szű-

rőpápír, 10 cm³-es mérőhenger, 2 db kémcső,
szemcseppentő, Bunsen-égő, vasháromláb,
agyagos drótháló, 500 cm³-es főzőpohár,
vegyszeres kanál, kémcsőfogó

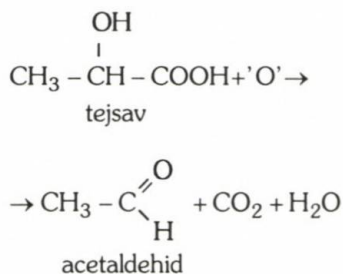
Végrehajtás: Töltsünk 100 cm^3 tejet az Erlenmeyer-lombikba, majd zárjuk le a száját laza vattadugóval. Ezután helyezzük kb. $40\text{ }^\circ\text{C}$ -os vízfürdőbe, és 5-6 órát hagyjuk állni. A vízfürdőből kivéve szűrjünk le belőle kb. 10 cm^3 -t redős szűrőn keresztül egy kémcsőbe. A szűrlethez adjunk kanálhegynyi szilárd KMnO_4 -ot, melegítsük fel a kémcső tartalmát, majd cseppentsünk hozzá 1-2 csepp cc. H_2SO_4 -at. Az oldat kitisztulása után koncentrált ammóniaoldattal lúgosítsuk meg. A másik kémcsőbe öntsünk kb. 2 cm^3 AgNO_3 -oldatot, majd adjunk hozzá annyi 2 mol/dm^3 koncentrációjú NH_3 -oldatot, amennyitől a kezdetben kiváló csapadék feloldódik. Öntsük hozzá az első kémcső tartalmát, majd vízfürdőn melegítsük.

Tapasztalat: Ezüst (ezüsttükör) válik ki a kémcső falára, vagy az oldat megfeketedik (pozitív ezüsttükör-próba).

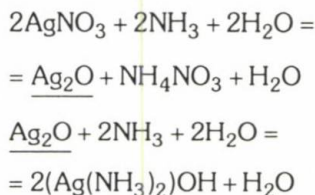
Magyarázat: A tejbe a levegőből tejsavbaktériumok kerülnek, melyek a tejcukrot tejsavvá alakítják.



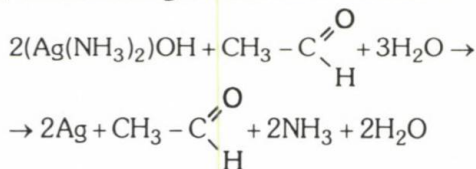
Ezt az átalakulást nevezzük tejsavas erjedésnek. (A tejsavbaktériumok a folyamat során felszabaduló energiát hasznosítják). Az erjedés során keletkező tejsav a tejben lévő fehérje jelentős részét koagulálja. Így jön létre az aludttej. Az aludttejet leszűrve a szűrlet tejsavat is tartalmaz, melyet kénsavas közegben a KMnO_4 acet-aldehiddé és szén-dioxiddá alakít:



A keletkező acetaldehid miatt pozitív az ezüstitűkörpróba. Az ezüst-nitrát és az ammónia reakciójakor a következő átalakulások mennek végbe:



Az aldehid az ezüst-iont fémezüstté redukálja, miközben maga karbonsavvá oxidálódik.



3. A tej savtartalmának meghatározása (1, 3)

A friss tej *savtartalma* igen csekély, amelyet sav-bázis titrálással is bizonyíthatunk.

Szükséges anyagok: tej, 2 %-os alkohol
fenoltalein-oldat, NaOH, desztillált víz

Eszközök: 10 cm³-es büretta, 3 db titráló lombik, 10 cm³-es mérőhenger, 50 cm³-es pipetta, mérőlombik, vegyszeres kanál, Bunsen-állvány, bürettafogó

Végrehajtás: Készítsünk $0,25 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaOH-oldatot (ez lesz a mérő-oldat), majd töltsük fel vele a bürettát. A titrálólombikba mérjünk $50\text{-}50 \text{ cm}^3$ tejet, majd adjunk mindegyikhez $2\text{-}2 \text{ cm}^3$ fenoltalein-oldatot. Halvány rózsaszín megjelenéséig titráljuk. Friss tej esetén kb. $3,0\text{-}3,5 \text{ cm}^3$, kevésbé friss tej esetén ennél több lúg fogyhat.

Magyarázat: A friss tej savasságát a benne lévő foszforsav, a citromsav sóinak hidrolíziséből származó savak, a fehérjék savas aminosavai, valamint az oldott szénsav eredményezi. Állás közben a tejsavbaktériumok hatására a tejcukor tejsavvá alakul, ami növeli a savtartalmat.

Megjegyzés: A titráláskor észlelt lúgfogyást kettővel szorozva kapjuk a Soxhlet-Henkel-féle savfokot.

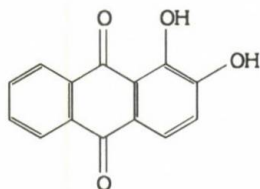
4. A tej frissességének meghatározása (3)

A tej frissességét (csekély savtartalmát) nemcsak titrálással határozhatjuk meg.

Szükséges anyagok: tej, alizarin, etanol, desztillált víz

Eszközök: kémcsövek 10 cm³-es mérőhenger, főzőpohár, vegyszeres kanál

Végrehajtás: Készítsünk telített, alkoholos alizarin-oldatot. (Az alizarint 68%-os etanolban oldjuk). Öntsünk a kémcsőbe 2 cm³ tejet, majd adjunk hozzá 2 cm³-t az alizarin-oldatból. Attól függően, hogy a tej mennyire friss, különböző mennyiségű csapadékot és eltérő színeket látunk.



alizarin

Az alizarin (1,2-dihidroxi-antrakinon) vízben rosszul, lúgban jól (lila színnel), savban kevésbé jól oldódik (sárga csapadék válik ki). Így a friss tej (pH: 6,6-6,4), alizarinnal lila színt ad, és nem válik ki csapadék. Állás közben egyre

több tejcukorból képződik tejsav, a tej egyre savasabb lesz, így az alizarinnal különböző színeket és egyre több csapadékot ad. A különböző savfokú tejminták alizarinnal adott színét jól mutatja a lenti táblázat.

5. Forralt tej kimutatása (Schardinger-módszer (1, 3, 4))

Forralással nemcsak a tejben lévő vitaminok bomlanak, hanem az enzimek is. A vitaminok és enzimek hőállósága eltérő.

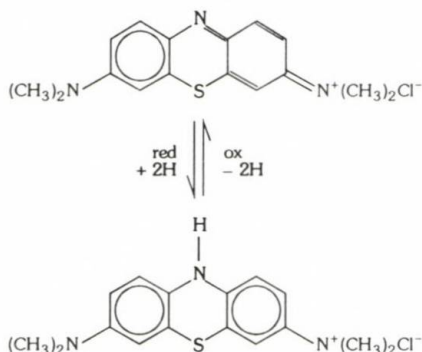
Szükséges anyagok: tej, telített alkoholos metilénkék-oldat, 40%-os formaldehid-oldat, desztillált víz

Eszközök: 2 db nagyméretű kémcső, 50 cm³-es főzőpohár, 250 cm³-es főzőpohár, 500 cm³-es főzőpohár, 10 cm³-es mérőhenger, 100 cm³-es mérőhenger, Bunsen-égő, vasháromláb, azbesztes drótháló

Végrehajtás: Forraljunk fel 20 cm³ tejet, majd öntsük az egyik nagyméretű kémcsőbe. A másikba töltsünk 20 cm³-t a fel nem forralt tejből. 250 cm³-es főzőpohárban öntsünk össze 5 cm³ telített alkoholos metilénkék-oldatot, 5 cm³ formaldehid-oldatot és 190 cm³ desztillált vizet. Az így kapott oldatból tegyünk 1-1 cm³-t a tejmintákhoz. Rázzuk össze a kémcsövek tartalmát, majd helyezzük a kémcsöveket 45-50 °C-os vízfürdőbe. A fel nem forralt tej kék színe néhány perc alatt eltűnik, a forralté megmarad.

Sav-fok (SH)	Szín	Csapadék	A tej eltarthatósági állapota	A tej megalvad főzéskor szobahőmérsékleten x óra múlva	
7	lilás vörös	nincs	normális, friss	> 7	< 12
8	halvány vörös	nagyon finom foszlányok	kezdődő savanyodás	5-7	9,5-12
9	barnás-vörös	finom foszlányok	előrehaladó savanyodás	3,5-5	7,5-9,5
10	vörös-barna	pelyhes csapadék	előrehaladott savanyodás	1,5-3	6-7,5
11	barna	erős csapadék	kritikus állapot	0,5-1	4,5-6
12	sárgás-barna	nagyon erős csapadék	a főzhetőség határa	azonnal	3-4,5
14	barnás-sárga	nagyon erős csapadék	–	azonnal	1,5-3
16	sárga	nagyon erős csapadék	–	azonnal	0-1,5

Magyarázat: A nyers tejben a jelen lévő redukázok (redukáló enzimek) hatására a metilénkék oxidált alakjából szintelen redukált alak keletkezik. A 70 °C-on felül melegített tejben azonban már nincsenek redukázok, így a metilénkék nem redukálódnak, kék marad. A metilénkék oxidált és redukált alakja:



A kalcium az ötödik legnagyobb mennyiségben előforduló elem az ember szervezetében. Több, mint 99%-a a csontokban található, a foszforral együtt a csontok és a fogak keménységét, szilárdságát biztosítja, a kalcium fontos az izmok működéséhez is. A szervezetben eredetileg kb. másfélszer annyi kalcium, mint foszfor található, ezért felvétele és ürülése is ebben az arányban történik. Sajnálatos módon azonban, mivel élelmiszereink döntő többsége több foszfort tartalmaz, mint kalciumot, ez az ideális kalcium-foszfor arány eltolódik a foszfor javára. A főlegesen levő foszfor pedig kalcium-foszfát formájában távozik a szervezetből. Amennyiben nincs kalciumpótlás, a kalcium a csontokból, a fogakból ürül. Élelmiszereink közül szinte kizárólag a tej és tejtermékekből tudja a szervezet a kalciumot pótolni. (5).

A tejpor, vagy tej kalciumtartalmának meghatározása komplexometriás titrálással, EDTE mérőoldattal történhet (6, 7). A tejipar felelősséget érez azért, hogy olyan termékeket adjon a fogyasztóknak, amelyek ellensúlyozni tudják a csökkenő tej- és a tejtermékfogyasztás következtében visszaesett kalciumfelvételt, vagyis *még koncentráltabban tartalmazzanak kalciumot, mint a többi tejtermék.*

A Pécsi Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézetben olyan ömlesztett sajtokhoz hasonló sajt-családot fejlesztettek ki KALCI SAJT néven,

amelyben – mivel gyártásához foszfát tartalmú ömlesztőst nem használnak – a sajt eredetileg is kedvező kalcium-foszfor aránya még tovább javul. Klinikai vizsgálatokkal bebizonyították, hogy a kalcium e sajtból felszívódik. Egy doboz tartalma kielégíti 2 személy 1 napi, vagy 1 személy 2 napi kalciumszükségletét (5).

Milky way = Tejút

Induljunk rajta bátran és üdvözljük örömmel a tej további hasznosításáról szóló új eredményeket!

Jó hír a csokoládét kedvelőknek, hogy Melbournben felfedezték a tejben a kazein-foszfapeptidet (CPP), amely éppen olyan hasznos a fogakra, mint a fluorid. A kivonat (CPP) teljesen ízetlen, ezért a fogpasztától a csokoládéig bármihez hozzáadható. A biokémikusok kimutatták, hogy a CPP fogjavító hatású, mivel az állati csontok fontos alkotórészét, a kalcium-foszfátot pótolni képes. Ez azért is nagyon fontos, mivel cukorfogyasztáskor a cukorból savak képződnek, s ezek a fogakban levő kalcium-foszfátot feloldják, így a fogakat pusztítják (8).

Elhiszi már a kedves olvasó, hogy igaz a cikk elején idézett mondás?

Irodalom:

- [1.] Pfeiffer Ádám: Kémiai gyakorlatok az élő szervezet anyagaival, OPI, Bp., 1987.
- [2.] Hernerné Lakatos Erzsébet: Intenzív Tanár-továbbképzési Záródolgozat, Bp., 1989
- [3.] Vas Károly: Élelmiszerek és élvezeti cikkek vizsgálata, Molekula könyvei II. Lab. vizsg. I. kötet, Mérnökök Nyomdája, Bp., 1943
- [4.] Bruckner Győző: Szerves Kémia II-1., Tankönyvkiadó, Bp., 1991.
- [5.] Győr-Moson-Sopron Megyei Tejipari Vállalat Szórálapja, Győr, 1993. április 30.,
- [6.] Van T. Lien and Gene E. Kalbus: Incorporation of Consumes Products in the Teaching of Analytical Chemistry, Journal of Chemical Education, 65. 3. 207. 1988.
- [7.] Schulek-Szabó: A Kvantitatív Analitikai Kémia elvi alapjai és Módszerei, Tankönyvkiadó, Bp., 1981.
- [8.] The Milky Way, Education in Chemistry, 1991. november, Info. Chem

Pálvölgyi Imre

A lakmusz-indikálástól az átfogó érvényű Uszanovics-féle sav-bázis elméletig III. rész

3. A Lewis-féle sav-bázis elmélet vagy elektronpár elmélet (1938.)

Lewis a sav-bázis tulajdonságokat inert elektronpár jelenlétével magyarázza.

Elméletének lényege:

a) Sav minden olyan részecske – atom, molekula vagy ion –, mely koordinatíve telítetlen, ezért egy vagy több elektronpárt képes felvenni valamely inert elektronpárral rendelkező részecskétől – atomtól, molekulától vagy iontól – miközben azzal koordinatív (datív) kovalens kötést létesít. A Lewis-sav elektrofil csoporttal rendelkezik, mely az új kötés létesülésekor koordinatíve telítettebbé válik. A Lewis-savak elektronpárakceptorok.

b) Bázis minden olyan részecske – atom, molekula vagy ion – amely inert elektronpárral vagy elektronpárokkal rendelkezik, melynek segítségével közte és valamely koordinációs telítetlen részecske – atom, molekula vagy ion között koordinatív (datív) kovalens kötés alakulhat ki. A Lewis-bázisok elektronpárdonorok.

c) A semlegesítés vagy közömbösítés olyan sav-bázis folyamat, melyben a reakciópartnerek (a Lewis-sav és a Lewis-bázis) úgy alakul ki elektronpárral való kötés, hogy a bázis viszi be, a sav pedig megköti az elektronpárt az addíciós képződményben. Az effajta reakciók terméke lehet semleges molekula és komplexion egyaránt.

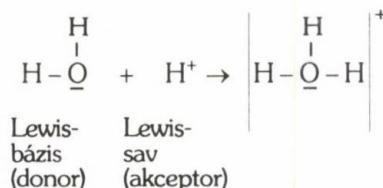
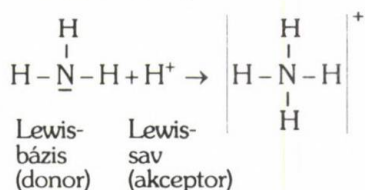
d) A *H-savak* (hidrosavak, hidrogénsavak vagy feltételes savak) Lewis elméletében külön csoportba vannak elkülönítve. Ide tartoznak mindazok a savak, melyek nem

az elektronpárt akceptáló, hanem a proton disszociáló képességük miatt savak. Ide sorolhatók az olyan közismert savak, mint például a HCl , H_2SO_4 , HNO_3 , CH_3HOOH stb. Bjerrum (1951) javaslatára a *H-savakat* antibázisoknak nevezték el.

Lássuk a példákat!



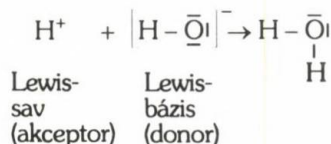
Elektronszerkezetileg:



Ezzel a reakcióval már találkoztunk ilyen alakban:

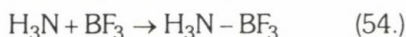


Kitűnik, hogy a Lewis-elmélet nem a disszociálatlan molekulát (HCl , H_2SO_4 , HNO_3 , CH_3COOH stb.) tekinti savnak, mint ahogy azt az Arrhenius- vagy a Brönsted-elmélet teszi, hanem a hidrogéniont. Továbbá:

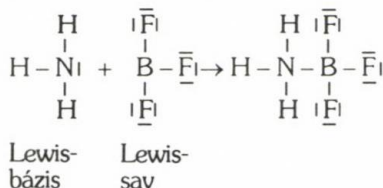


Látható, hogy a hidroxidiont tekinti bázisnak, nem pl. a NaOH, KOH disszociátlan vegyületeket.

Vizsgáljunk néhány esetet az *addíciós vegyületek*, illetve a *komplexek* képződésére!

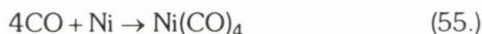


Elektronszerkezeti képletekkel:

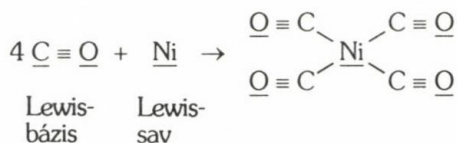


A N-atom inert elektronpárja a B-atom még szabadon lévő p-pályájára bekötve alakít ki molekulapályát.

A nikkel-tetrakarbonil keletkezése:

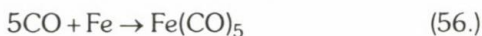


Elektronszerkezeti képletekkel:

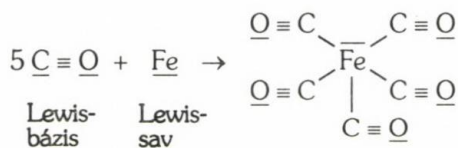


A szén-monoxid, mint bázis, a C-atom inert párjával a nikkelatom p- és d-pályáira köt, molekulapályák jön létre.

Ehhez hasonlóan történik a vas-pentakarbonil kialakulása is:

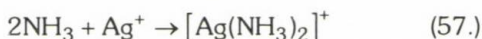


Elektronszerkezeti képletekkel:

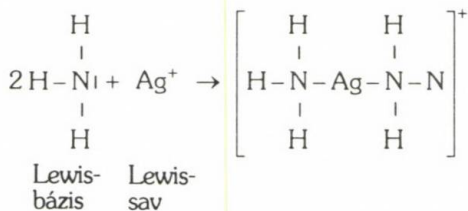


A vas-pentakarbonil keletkezésekor a C-atom inert elektronpárja a Fe-atom p- és d-pályáira köt.

Az ezüst-diammin komplexion az ezüstion koordinatív telítetlensége miatt jöhet létre:

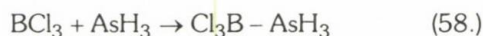


Elektronszerkezeti képletekkel:

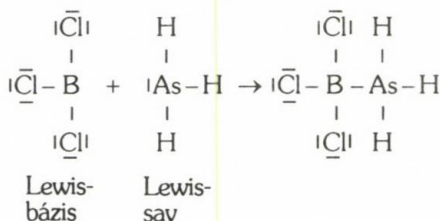


A nitrogénatom inert elektronpárja az ezüstion s- és az egyik p-pályájára bekötve létesít molekulapályát.

A bóratom koordinációs telítetlenségének köszönhető a következő addíciós vegyület kialakulása:

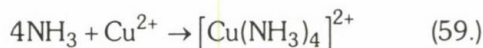


Elektronszerkezeti képletekkel:

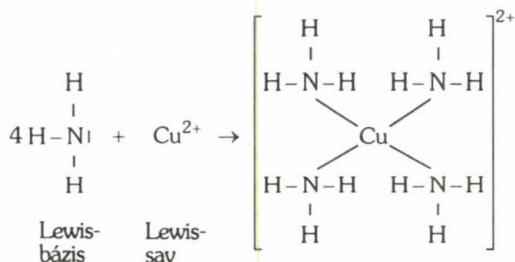


Az elektronpár-donor As-atom a B-atomnak még be nem töltött p-pályáján alakít ki molekulapályát.

A Cu^{2+} -ion koordinációs telítetlensége miatt alakulhat ki a tetraammin-komplexe:



Elektronszerkezeti képletekkel felírva:

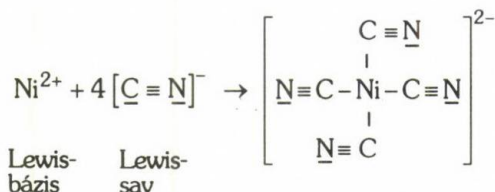


A réz-tetraammin komplexion keletkezésekor az ammóniamolekula N-atomjának inert párja a rézion s- és p-pályáira köt be.

A nikkeltetracianid komplexion keletkezésé-
sekor a Ni^{2+} ion koordinatív telítettségét a
 CN^- -ionok szénatomjának magános elektron-
párja elégíti ki:

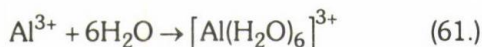


Elektronszerkezetileg:

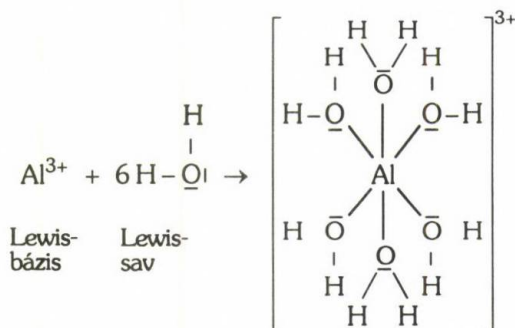


A szénatomok inert elektronpárjai a nikkell-
ion s- és p-pályáira kötve alakítanak ki molekul-
alapját.

Az addíciós vegyületek keletkezésének sor-
rát zárjuk a hexaakva-alumíniumion keletkezésé-
vel:



Elektronszerkezetileg:



Mindegyik vízmolekula oxigénatomjának két inert elektronpárjának egyike létesít kötést az alumíniumion s-, p- és d-pályáin, létrejön a [hexaakva-alumínium] (3+) komplexion. A centrális Al-atomtörzs környezetében a H_2O -ligandumok oktaéderez elrendeződésben foglalnak helyet, 90°-os kötési szöggel. E komplexionhoz ionkötéssel kapcsolódnak a savmaradék-anionok, ha például az alumíniumot sósav vizes oldatában oldottuk, a kloridionok. A vegyület komplex jellegét kidomborító $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ képlet helyett gyakrabban találkozunk az $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ felírásmóddal.

A [tetraakva-dihidroxi-alumínium](-1) komplexion ligandumainak elrendeződése azonos a hexaakva-komplexével, hozzá ionkötéssel a fémionok kötődnek. Ha például az alumíniumot NaOH vizes oldatával reagáltattuk, Na^+ -ionok. A vegyület komplex voltát kiemelő $[\text{Al}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Na}$ képlete mellett az $\text{NaAl}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ írásmóddal is találkozunk.

A Lewis-féle sav-bázis elmélet átfogóbb jellegének egyik bizonyítéka az is, hogy a komplexképző reakciókat is sav-bázis reakcióként tárgyalja.

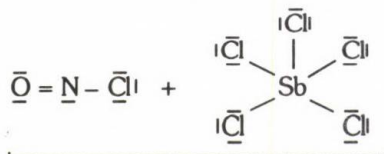
A következőkben olyan reakciókat veszünk sorra, melyekben a sav-bázis reakciók nem úgy zajlanak, hogy a részecskék teljes egészükben egyesülnek egymással, hanem az *ionotrópia* egyik esete, az *anioncsere* következik be.

A nitrozil-klorid az antimon-pentakloriddal:

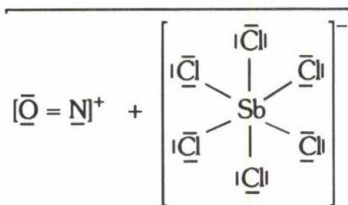


Lewis- Lewis-
bázis sav

Elektronszerkezetileg:



Az egyik molekulából a másikba Cl^- -ion átmenete történik, a folyamatban tulajdonképpen ez a Lewis-bázis. A Cl^- -ion az inert elektronpárjai egyikével a centrális Sb-atom d-pályájára köt, trigonális bi-piramisból oktaéder lesz az új molekulaion alakja.

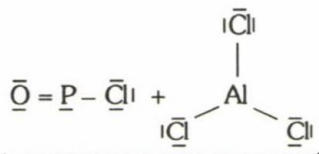


Kloridion cseréjével zajlik a foszforil-klorid és az alumínium-triklorid közötti egyensúlyi folyamat is:

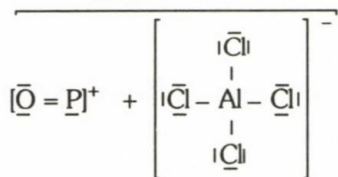


Lewis- Lewis-
bázis sav

Az elektronszerkezeti képletekkel felírt egyenletből jobban kitűnik, hogy tulajdonképpen a kloridion a Lewis-bázis:



A foszforil-klorid molekulájából ledisszociáló kloridion a centrális Al-atom még be nem töltött *p*-pályájára visz be elektronpárt és alakít molekulapályát. Az alumíniumatom koordinációs telítetlensége csökken. A sík trigonális alakból tetraéderezes szerkezetűvé lesz az új molekulaion.

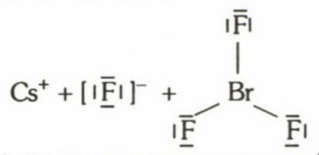


A cézium-fluorid és a bróm-trifluorid reakciójának példája:



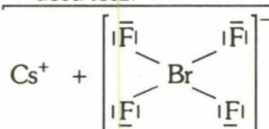
Lewis- Lewis-
bázis sav

Elektronszerkezetiileg:

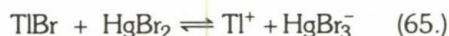


A folyamat tényleges Lewis-bázisa az F-ion, mely elektronpárt visz be a Br-atom *d*-pályájára, molekulapályát valósítva meg. A Br-atom koordinatív telítetlensége mérséklődik. A sík trigonális szerkezet helyett az új kép-

zödmény tetraéderezes elrendeződésű lesz.

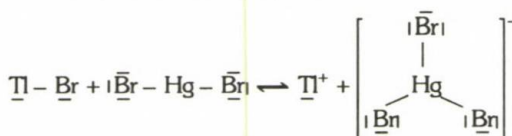


A tallium-bromid és a higany(II)-bromid anioncserélő folyamata:



Lewis- Lewis-
bázis sav

Elektronszerkezeti képletekkel felírva:



Ebben a folyamatban a Lewis-bázis szerepét valójában a bromidion viseli, mely a Hg-atom egyik *p*-pályájára köt be az inert elektronpárjai egyikével. A kiindulási HgBr_2 lineáris, a keletkező komplexion sík, trigonális.

A 62-65. jelű reakcióegyenletek olyan folyamatokat mutatnak be, amelyekben *ionotrópia* (ionátmenet, eseteinkben anioncsere) történik. Ezekben a folyamatokban ionok a végtermékek, ennek eredményeként a rendszer elektromosan vezetővé válik. Összevetve a Brönsted-elmélet *prototrópia* (protolízis, protonátmenet) jelenségével, kitűnik, hogy *léteznek olyan vegyületek, melyek a savas tulajdonságukat nem a hidrogéntartalmuk által nyerik.*

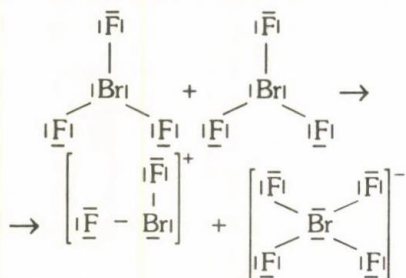
Anioncserével jön létre néhány tiszta oldószer öndisszociációja vagy autoionizációja is. E folyamatokban a disszociáció foka bár csekély, de a létrejött kationok és anionok miatt némi elektromos vezetőképessége lesz a rendszernek.

A bróm-trifluorid öndisszociációja:



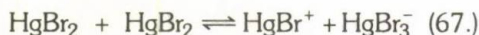
Lewis- Lewis-
bázis sav

Elektronszerkezetiileg:



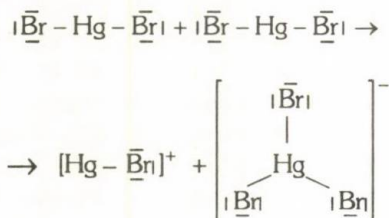
Ez az öndisszociáció fluoridion átmenetével történik, az egyik molekulából ledisszociál és a másik molekula centrális Br-atomjának d-pályájára beköt.

A higany-dibromid autoionizációja:



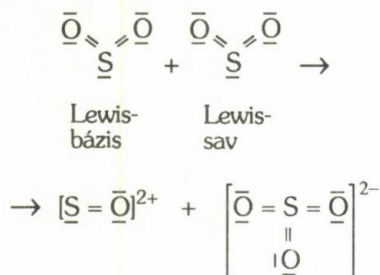
Lewis-
bázis Lewis-
 sav

Elektronszerkezeti képletekkel:



Az egyik molekulából ledisszociált Br^- -ion a magános elektronpárjai egyikével a másik molekula Hg-atomjának p-pályájára beköt.

Öndisszociáció a cseppfolyós kén-dioxid-ban:



A folyamat O^{2-} -ion átmenetével történik, a másik molekula S-atomjának d-pályáira köt be. A π -elektronok a molekulán belül delokalizálódnak. (Ezt a képlet nem tünteti fel.)

Néhány általános és néhány konkrét példa a Lewis-savak és a Lewis-bázisok közömbösítési termékeire

Bázisok	Savak	Közömbösítési termékek
R_2O	SO_3	$\text{R}_2\text{O} \cdot \text{SO}_3$
R_3N	BCl_3	$\text{R}_3\text{N} \cdot \text{BCl}_3$
R_3N	HCl	$\text{R}_3\text{N} \cdot \text{HCl} \rightarrow \text{R}_3\text{NH}^+ + \text{Cl}^-$
R_3N	H^+	R_3NH^+
COCl_2	AlCl_3	$\text{COCl}_2 \cdot \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{COCl}^+ + \text{AlCl}_4^-$
HCl	SnCl_4	$\text{SnCl}_4 \cdot 2\text{HCl}$
NH_3	H^+	NH_4^+
H_2O	HCl	$\text{H}_2\text{O} \cdot \text{HCl} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$
NH_3	Ag^+	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$
NH_3	Cu^{2+}	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$

A Lewis-féle sav-bázis elméletet kiegészítő elméletek

A. Bjerrum elmélete vagy antibázis-elmélet (1951)

Bjerrum, abból a célból, hogy a Brönsted-elméletet a Lewis-elmülethez közelítse, továbbá, hogy a Lewis-féle sav-bázis elméletet egységes rendszerébe illessze a külön kategóriába sorolt H-savakat, egyáltalán a H-savak fogalmának kiküszöbölésére a következő terminológiai változtatásokat javasolta:

- Sav minden protondonor.
(Ez a savfogalom megegyezik a Brönsted-féle savfogalommal.)
- Antibázis minden elektronpár-akceptor.
(Ez a fogalom megfelel a Lewis-sav fogalmának.)
- Bázis minden protonakceptor, illetve elektronpár-donor.

(Ez a bázisfogalom lényegében a Brönsted-féle és a Lewis-féle bázis fogalmának egyesítése.)

A Bjerrum szerinti kategóriák anyagai lehetnek atomok, semleges molekulák és töltéssel bíró képződmények, vagyis ionok is.

B. Pearson kiegészítő elmélete vagy soft-hard elmélet (1963)

Az egymással való reakciókészségük szempontjából a Lewis-savakat is és a Lewis-bázisokat is Pearson két-két alapvető csoportba sorolta.

I. Savak:

- Soft (laza) savak
- Hard (merev) savak
- Határesetek

II. Bázisok:

- Soft (laza) bázisok
- Hard (merev) bázisok

c) Határesetek

(A „soft” és a „hard” angol kifejezések a közöltekén kívül más szinonimákkal is fordíthatók magyarra, azonban a Dr. Szabó Zoltán akadémikus egyetemi tanár javasolta „laza”, illetve „merev” kifejezés tükrözi leginkább a kémiai tartalmat.)

Pearson elmélete reakciókinetikai és komplexvegyület-stabilitási szempontból figyelemre méltó.

Pearson megfigyelései szerint a hard-savak a hard-bázisokkal, a soft-savak a soft-bázisokkal alkotnak nagyobb stabilitású komplexeket, illetve reagálnak nagyobb sebességgel.

Ennél mélyebben a soft-hard elmélet tárgyalásába nem bocsátkozom, csupán Pearson táblázatait közlöm még:

A Lewis-savak csoportosítása Pearson szerint

Hard-savak	Soft-savak	Határeset
H^+ , Li^+ , Na^+ , K^+	Cu^+ , Ag^+ , Au^+ , Tl^+	Fe^{2+} , Co^{2+}
Be^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+}	Hg^+	Ni^{2+} , Cu^{2+}
Sr^{2+} , Mn^{2+}	Pd^{2+} , Cd^{2+} , Pt^{2+} , Hg^{2+}	Zn^{2+} , Pb^{2+}
Al^{3+} , Sc^{3+} , Ga^{3+} , In^{3+} , La^{3+}	$Co(CN)_5^{2-}$, Pt^{4+}	Sn^{2+}
Gd^{3+} , Lu^{3+} , Cr^{3+} , Co^{3+} , Fe^{3+}	Te^{4+} , Tl^{3+}	Sb^{3+} , Bi^{3+}
As^{3+}	BH_3	Rh^{3+} , Ir^{3+}
Si^{4+} , Ti^{4+} , Zr^{4+} , Th^{4+} , U^{4+}	$GaCl_3$, GaI_3 , $InCl_3$	SO_2 , NO^+
Pu^{4+} , Ce^{4+} , Hf^{4+}	I^+ , Br^+ , OH^+ , I_2	Ru , Os^{2+}
UO^+ , VO^{2+}	Br_2 , ICN	BaH_2
MoO^{3+} , BF_3	O , Cl , Br , I , N	
$AlCl_3$, AlH_3	M (fématom)	
SO_3		
I^{7+} , I^{5+} , Cr^{6+} , Cl^{7+}		
CO_2 , NC^+		
HX (hidrogénhidas molekulákban)		
H_2O , OH^- , F^- , CH_3COO^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} , ClO_4^- , NO_3^- , ROH , R_2O	R_2S , RSH , I^- , SCN^- , $S_2O_3^{2-}$	$C_6H_5NH_2$, C_5H_5N
NH_3 , RNH_2 , N_2H_4	CN^- , CO , C_6H_6	N_3^- , NO_2^- , SO_3^{2-}
	H^-	

A Lewis-bázisok csoportosítása Pearson szerint

Hard-bázisok	Soft-bázisok	Határesetek
H_2O , OH^- , CH_3COOH^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} ClO_4^- , NO_3^- , ROH , R_2O NH_3 , RNH_2 , N_2H_4	R_2S , RSH , I^- , SCN^- , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, CN^- , CO , C_6H_6 , H^-	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$, $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$, N_3^- , NO_2^- , SO_3^{2-}

Az oldószerek is csoportosíthatók Pearson rendszere szerint. A hard típusú oldószerekben a hard típusú anyagok oldódnak jobban, a soft típusú oldószerekben pedig a soft típusú anyagok oldékonysága a nagyobb.

A Lewis-savak és a Lewis-bázisok soft-hard jellegét meghatározó tényezők

Lewis-savak (elektronpár-akceptorok)			Lewis-bázisok (elektronpárdonorok)		
Tulajdonságok	Hard	Soft	Tulajdonságok	Hard	Soft
Polarizálhatóság	nehéz	könnyű	Polarizálhatóság	nehéz	könnyű
Elektropozitivitás	nagy	kicsi	Elektronegativitás	nagy	kicsi
Pozitív töltés vagy oxidációs állapot	nagy	kicsi	Negatív töltés	nagy	kicsi
Méret	kicsi	nagy	Méret	kicsi	nagy
A kötés jellege vegyületeiben	ionos	kovalens	A kötés jellege vegyületeiben	ionos	kovalens
A donoratomok külső elektronjainak gerjeszthetősége	nehéz	könnyű	Üres pályák vagy a donor atom	nagy energiájúak, nehezen hozzáférhetők	kis energiájúak, könnyen hozzáférhetők

C. Lux és Flood elmélete

Lux és Flood olyan területre is kiterjesztette a sav-bázis jelenségek érvényességét, melyet sem a Lewis-elmélet, sem az előtte keletkezett elméletek nem értelmeztek. Ilyen jelentősége miatt önálló tárgyalást igényel.

A Lewis-féle sav-bázis elmélet értékelése

Kétségtelen, hogy Lewis elmélete a sav-bázis jelenségek igen általánosan használható és napjaink legelterjedtebben alkalmazott sav-bázis elmélete. Vizes és más oldószerekkel készült oldatokra egyaránt érvényes, közöttük

olyan oldószerekre is, amelyekben protoncserére nincs lehetőség. A Lewis-savak definíciója általánosabb a Brönsted-féle savdefiníciónál, mert minden olyan anyagot magába foglal, amelyben valamely atom vagy atomcsoport külső elektronhéja koordinatív telítetlen.

Hátránya, hogy csak elektronpár-átmenetekkel és anioncserével foglalkozik főként, a protonátmenetek csak lazán, mintegy kiegészítésként illeszkednek Lewis-rendszerébe. A pozitív ionok donálása vagy akceptálása szóba sem kerül ebben az elméletben. Az olvadékok és a szilárd fázisok sav-bázis folyamatai ugyan csak hiányoznak belőle. Lewis a sav-bázis reakciók egyik ismérvének tartja a neutralizációs folyamatok pillanatszerűségét. Az esetek többségében valóban így zajlanak a semlegesítések,

de ettől eltérnek egyes komplexképző reakciók, melyek időreakciók.

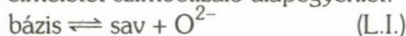
4. A Lux-Flood-féle sav-bázis elmélet vagy oxid-ion elmélet (1939)

Az oxigéntartalmú vegyületek olvadáskor lejátszódó folyamatokra Lux alkalmazta elsőként Lewis sav-bázis elméletét. Ezekre az olvadákokra Flood közreműködésével dolgozott ki elméletet.

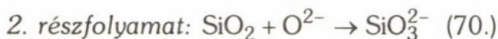
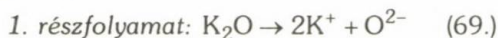
Az elmélet lényege:

- Sav minden olyan anyag, amely a reakciója során oxidiont (O^{2-} -iont) vesz fel. A Lux-savak tehát koordinációs telítetlen oxidion-akceptorok.
- Bázis minden olyan anyag, amely a reakciója során oxidiont (O^{2-} -iont) képes szolgáltatni. A Lux-bázisok oxidion-donórok.
- A sav-bázis reakciókban oxidion átmenete történik a kevésbé polarizált állapotból az erősebben polarizált állapotba.

Az elméletet szimbolizáló alapegyenlet:



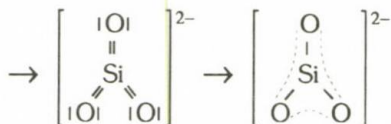
Ilyen folyamatok:



Összegreakció:

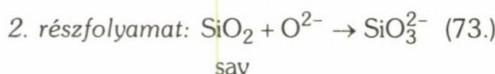
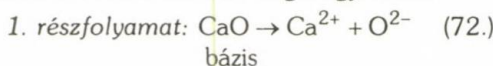


A kálium-oxidban ionkötésű az oxigén, a metaszilikát-ionban kovalens kötésűvé lesz. Ionvegyületében még nagy elektron-ellátottságú az oxidion, mely a szilícium-dioxiddal egyesülve a centrális Si-atom koordinatív telítetlenségét csökkenti:



A 71. számú folyamat semlegesítés, sav és bázis egymáshozatása eredményeként só jön létre. Az oxidion a Si-atom d-pályáira köt be az inert elektronpárjaival, de a π -elektronok az egész molekulaionon belül delokalizálódnak. További fejlemények is lesznek, kialakulnak a $[SiO_3^{2-}]_n$ óriási anionok.

A kalcium-oxid és a szilícium-oxid olvadáskor a következő módon reagál egymással:

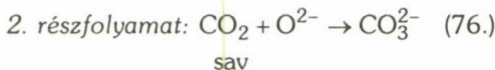
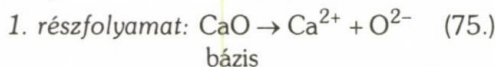


Összegreakció:

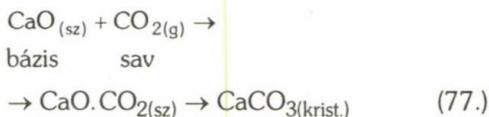


A 74. számú reakció magyarázata a 71. számúval azonos.

Közismert jelenség, hogy az égetett mész, ha hosszabb ideig levegőn áll, a levegő széndioxidja hatására mészkővé alakul:

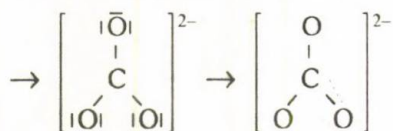


Összegreakció:

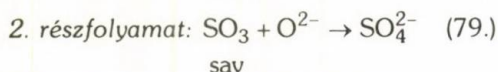
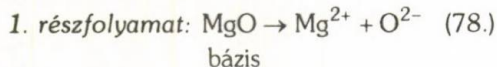


A kalcium-oxidból ledisszociált O^{2-} -ion az egyik magános elektronpárjával a CO_2 -molekula centrális atomjához köt, ezzel megbontja a molekula addigi kötési rendszerét, molekulaion alakul ki delokalizált π -kötési rendszerrel:

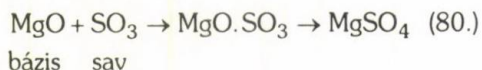




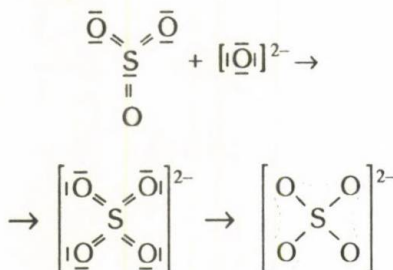
A magnézium-oxid és a reakció hőfokán légnemű kén-trioxid reakciója:



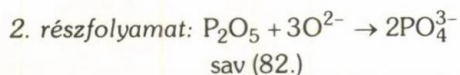
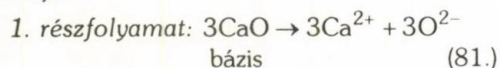
Összegreakció:



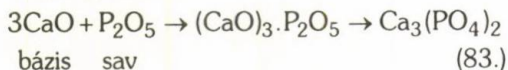
Az oxidion az inert elektronpárjaival a kénatom *d*-pályáira köt, de a π -elektronok azonnal delokalizálódnak:



A kalcium-oxid és a difoszfor-pentaoxid reakciója:



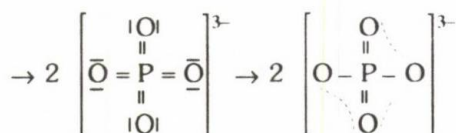
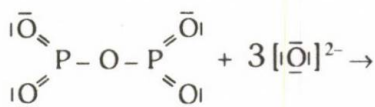
Összegreakció:



Olvadékban:



A kalcium-oxid + difoszfor-pentaoxid sav-bázis reakció elektronszerkezetileg:



Az oxidion elektronjai a P-atom *d*-pályáira kötnek, a P_2O_5 -ből keletkező két molekulaionban a π -elektronok delokalizálódnak.

A Lux-elmélet illusztrálására bemutatott valamennyi összetett folyamat (összegreakció) közömbösítési reakció.

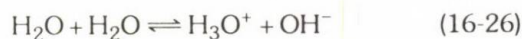
(Folytatás a következő számban)

(A cikk (1993/3. számban megjelent) II. részében néhány reakcióegyenlet hibásan jelent meg. Ezek helyesen a következők:

16. oldalon:



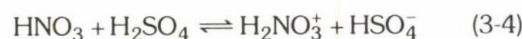
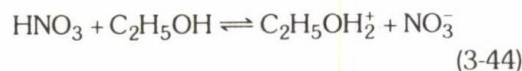
17. oldalon:



17. oldalon:



19. oldalon:



20. oldalon:



A hibákért olvasóink szíves elnézését kérjük (a szerk.).

Dr. Adamkovich István

Egy könyv margójára

Nagyszerű tudományos tankönyvet vesz kezébe az érdeklődő és elszánt olvasó, ha megvásárolja P. W. Atkins oxfordi professzor Fizikai kémia című három plusz egy kötetes, magyar fordításban megjelent vaskos munkáját.

A téma tanulmányozása még a beavatottnak sem ígér felhőtlen szórakozást, mégis kíváncsi, hogy a kémiatanárok könyvespolcaikon helyet szorítsanak ezeknek a köteteknek. A tudományos igényesség, a nagyszerű didaktikai feldolgozás, és az esztétikus tipográfia, talán feledtetni tudja a szaktanárok e tárggyal szemben esetleg meglévő averzióját. A fizikai kémia tudományának ma már nagyon szerteágazó módszerei, és a megvalósulandó célok széles spektruma nyilván nagy nehézség eléállította a szerzőt, de lényegében sikerült a terjedelmi és „mélységi” korlátokon belül maradva átfogó, korszerű képet rajzolni erről a multidiszciplinárról. Megvalósul benne a jó tankönyv minden ismérve, az anyag és kölcsönhatásainak tudományos leírása, valamint a tanulást segítő, gondolkodtató elsajátíttatás egysége.

Dr. Bazsa György ellenőrző szerkesztő előszavában ezekről hitelesen így szól: „A három hazai tudományegyetemen és a két vegyészmérnöki karon egyetlen körkérdés világossá tette, hogy mind az öt fizikai kémiai tanszéken ismerik, használják és igen jónak tartják P. Atkins: *Physical Chemistry* c. munkáját. A tanszékvezetők és a munkatársak egyetértének abban, hogy ez az a könyv, amelyet a jelen helyzetben érdemes és szükséges is lefordítani. Atkins könyve 1978 óta már négy kiadást (s egy javított utánnyomást) ért meg, a legújabb 1990-ben jelent meg. Rendre kitűnő recenziókat kapott. Eladási adatai igen jók: igazi best-seller lett belőle. Egyaránt használható tankönyvként és kézikönyvként is. Nagy értéke,

hogy – részletesen kidolgozott megoldásokat – feladatgyűjtemény társul hozzá. A mű szemlélete korszerű, témaanyaga átfogó, rendszere logikus, stílusa olvasmányos. A 992 oldalas könyvet 550 világos, áttekinthető ábra gazdagítja. Több más hasonló jellegű könyvhöz képest szinte minden szempontból jobbnak minősül.

Ezek a szempontok vezéreltek bennünket, amikor javasoltuk, hogy fordítsuk le és jelentessük meg magyarul Atkins könyvét és a hozzá tartozó feladatmegoldó kézikönyvet. Bár ma már nem tűnik távolinak az az állapot, amikor idegennyelvű könyvekre hagyatkozhatunk az egyetemi képzésben, de a tárgy nehézsége, bonyolultsága indokolja, hogy az alapozó szakaszban magyar nyelven is lehessen a fizikai kémiát tanulni.”

Mindezekkel a sorokkal egyetértve, e recenzió írójának mégis némi szomorúságot az okoz, hogy nem magyar szerző tollából született meg e hiánypótló tankönyv. (Atkins könyve feltehetően évtizedekig fogja uralni az egyetemi fizikai kémiai oktatást...)

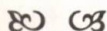
Hgy látszik, hogy e témában a Gutenberg Galaxis csillagos egén pillanatnyilag nem kedvezett nekünk a konstelláció, pedig oktatási tapasztalatok, potenciális erőforrások még fellelhetők a magyar felsőoktatásban.

(P. W. Atkins: Fizikai kémia I-III., A tankönyvi feladatok megoldása (IV. kötet) Tankönyvkiadó, Bp. 1992.)

Tantárgyi versenyek

Az 1993/94-es tanévre matematikából, kémiából és biológiából **feladatmegoldó pontversenyt** hirdetünk. A folyóiratok 1993. évi 4. és 5., valamint az 1994. 1. és 2. számában közöljük a feladatlapokat. Az összesített eredmény alapján a legjobban szereplő tanulók a Szegeden megrendezésre kerülő döntőbe kerülnek.

A verseny részletesebb tájékoztatóját keressék a folyóiratokban.



Tankönyvpályázat

A MOZAIK Oktatási Stúdió **pályázatot** hirdet általános és középiskolai

- tankönyvek,
- feladatgyűjtemények,
- munkafüzetek,
- oktatási segédanyagok,
- módszertani útmutatók
- egyéb tanári, valamint szülői segédletek megírására, összeállítására.

A pályamunkáknak tartalmazniuk kell:

- a szerzők személyi adatait (név, cím, munkahely, szem. szám)

- a kiadvány szerkezetére, felépítésére vonatkozó elképzelést (min. 2 oldal terjedelemben)
- egy fejezet vagy téma teljeskörű feldolgozását
- a kiadvány tartalomjegyzékét.

Az elfogadott pályaműveket a kiadó megjelenti, az alkotók szerzői jogdíjban részesülnek.

Leadási határidő:

II. szakasz: 1993. december 31.

A szövegszerkesztővel vagy géppel írt pályázatokat a következő címre kérjük beküldeni:

MOZAIK Oktatási Stúdió
6701 Szeged, Pf. 301.

Bővebb információval a (62) 312-988-as telefonszámon Tóth Mónika áll rendelkezésükre.



Hungarodidact '93

1993. október 26-29 között a **Hungarodidact '93** Nemzetközi Oktatási, Oktatástechnikai és Képzési szakvásáron a BNV D pavilonjában a 201.7-es standon megtalálhatják a MOZAIK Oktatási Stúdió teljes kínálatát.





A

kémia

TANÍTÁSA

93. NOVEMBER

ára: 86,- Ft

I. évf. / 5. szám

TARTALOM

MENNYISÉGEK, JELÖLÉSEK, MÉRTÉKEGYSÉGEK

Dr. Riedel Miklós
egyetemi docens, ELTE, Budapest

GRAND PRIX CHIMIQUE 1993 KÉMIAI DIÁKVERSENY

Dr. Riedel Miklós
egyetemi docens, ELTE, Budapest
Sommer László
szaktanácsadó, NSZI, Budapest

A LAKMUSZ-INDIKÁLÁSTÓL AZ ÁTFOGÓ ÉRVÉNYŰ USZANOVICS-FÉLE SAV-BÁZIS ELMÉLETIG IV. RÉSZ

Pálvölgyi Imre nyugalmazott középiskolai tanár

LÁTVÁNYOS KÉMIAI KÍSÉRLETEK

Fürstné dr. Kólyi Erzsébet
vezető szaktanácsadó, Fővárosi Ped. Intézet

KÖNYVISMERTETÉS

A legújabb kémiai szakkönyvek és felsőfokú tankönyvek ma már általában következetesen alkalmazzák a nemzetközi, egységes definíció-, jelölés- és mértékegységrendszert, azonban az iskolai bevezetésében még hiányok, ill. nehézségek mutatkoznak. Ennek oka részint az, hogy ... (3. oldal)

A Grand Prix Chimique (GPCh) versenyt két évenként rendezik az európai országok vegyipari szakképzésben részt vett diákjai számára. A célja az, hogy a kémiai diákolimpiához hasonló nemzetközi megmérettetésre adjon lehetőséget mind a diákok, mind az iskolák, ... (17. oldal)

A savak és a bázisok mindeddig legáltalánosabb definícióját M. I. Uszanovics adta, ha a kvantummechanikai sav-bázis elmélettől eltekintünk. Gyakorlatilag az addig ismert sav-bázis elméleteket egységes rendszerbe foglalva igyekezett az azok egyedileg meglévő hiányosságait ... (23. oldal)

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Szerkesztő: Dr. Adamkovich
István egyetemi adjunktus
A szerkesztő munkatársai:
Dr. Kónya Józsefné egyetemi
adjunktus
Dr. Soltész György egyetemi
adjunktus
Kószó Katalin általános iskolai
szakvezető tanár
Szerkesztőség címe:
6723 Szeged, Debreceni u. 3.
Tel.: (62) 312-988,
FAX: (62) 328-247

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió kft.
Felelős kiadó: Török Zoltánné
Olvasószerkesztő: Földvári Erika
Tördelő szerk.: Reményfy Tamás

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió
6701 Szeged, Pf. 301.
Éves előfizetési díj: 430 Ft
A lap megvásárolható a
MOZAIK Könyvesboltokban:
Szeged, Csongrádi sgt. 73.
Budapest VIII., Üllői út 70.

Hirdetésekkal kapcsolatos
felvilágosítás: Tóth Mónika
Tel.: (62) 312-988

A kémia tanításában megjelenő
valamennyi cikket szerzői jog
védi. Másolásuk bármilyen for-
mában kizárólag a kiadó előze-
tes írásbeli engedélyével
történhet.

ISSN 1216-7576

Készült a Dürer Nyomda Kft-ben
Felelős vezető: Székely András

TARTALOM

MENNYISÉGEK, JELÖLÉSEK, MÉRTÉKEGYSÉGEK

Dr. Riedel Miklós
egyetemi docens, ELTE, Budapest

GRAND PRIX CHIMIQUE 1993 KÉMIAI DIÁKVERSENY

Dr. Riedel Miklós
egyetemi docens, ELTE, Budapest
Sommer László
szaktanácsadó, NSZI, Budapest

A LAKMUSZ-INDIKÁLÁSTÓL AZ ÁTFOGÓ ÉRVÉNYŰ USZANOVICS-FÉLE SAV-BÁZIS ELMÉLETIG IV. RÉSZ

Pálvölgyi Imre nyugalmazott középiskolai tanár

LÁTVÁNYOS KÉMIAI KÍSÉRLETEK

Fürstné dr. Kólyi Erzsébet
vezető szaktanácsadó, Fővárosi Ped. Intézet

KÖNYVISMERTETÉS

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve két példányban küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 10-12 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljunk rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli citálások név és évszám jelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabetikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat, a megjelent cikkek utáni honorárium kifizetése érdekében személyi számukat.

Dr. Riedel Miklós

Mennyiségek, jelölések, mértékegységek

1. Bevezetés

A legújabb kémiai szakkönyvek és felsőfokú tankönyvek ma már általában következetesen alkalmazzák a nemzetközi, egységes definíció-, jelölés- és mértékegységrendszert, azonban az iskolai bevezetésében még hiányok, ill. nehézségek mutatkoznak. Ennek oka részint az, hogy a rendszer kialakulási sorrendjében nem az iskolai kémiaoktatás struktúráját követte és követi, így több területen még ma is hiányok mutatkoznak. Gondot okozhat a nem kellően részletes tájékoztatás és az iskolai célú értelmezés hiányos volta. Közleményem célja éppen a tanárkollégák igényeihez igazított ismertetés, és ezen keresztül a kémiai definíció- és jelölésrendszer valamint az SI következetes alkalmazásának elősegítése az iskolákban is. Nem szándékom az, hogy minden kérdést tárgyaljak, hanem csupán azokat a területeket, amelyek az iskolai kémiaoktatás szempontjánál fontosak. Itt azonban a definíciók és az SI-egységek közlésénél részletesebb magyarázatot is adok részben azon kérdések alapján, amelyeket a tanárkollégák tettek fel a továbbképző tanfolyamokon, ill. előadásokon, amelyeket hosszú évek óta tartok az ország minden részén. Akit a további részletek érdekelnek, a megadott irodalomban tájékozódhatnak.

A Tiszta és Alkalmazott Kémia Nemzetközi Uniója, az International Union of Pure Applied Chemistry, rövidítve a IUPAC, 1970-ben tette először közzé ajánlását a fizikai-kémiai definíciókra és jelölésekre, majd 1979-ben megjelent a IUPAC ajánlásainak bővített és átdolgozott változata. A kémia egyes szakterületeire (elektrokémia, kolloidkémia, heterogén katalízis stb.) vonatkozó részletes definíciók és jelölések folyamatosan készültek, készülnek és jelennek meg. Az alapvető kémiai definíciók és jelölések

részletes összefoglalása 1988-ban jelent meg [1]. A Tiszta és Alkalmazott Fizika Nemzetközi Uniója (International Union of Pure and Applied Physics, IUPAP) szintén kidolgozta definíció- és jelölésrendszerét, amelynek megfelelő részeit a IUPAC is átvette. Időközben (1976-tól 1980-ig terjedő türelmi idővel) Magyarországon is kötelező lett a nemzetközi mértékegységrendszer, az SI, amelyet 1960-ban fogadott el első változatában az Általános Súly- és Mértékügyi Értekezlet (CGPM). 1970-től megjelentek a fizikai mennyiségek nevére és jelölésére vonatkozó magyar szabványok, amelyek között vannak a kémia területére vonatkozó szabványok is [2]. Az IUPAC ajánlások magyarra adaptált változata először „A magyar kémiai elnevezés és helyesírás szabályai” c. könyv III. fejezeteként [3], majd a „A fizikai-kémiai definíciók és jelölések” c. jegyzet I. és II. kötetében [4] jelent meg. Ezeknek az 1988-as IUPAC anyagot is figyelembe vevő bővített és átdolgozott változata 1990-ben jelent meg [5].

A nemzetközi tudományos világszervezetek és a szabványosítási szervezet (ISO), valamint a magyar szervezetek (MTA Osztályai és a Szabványügyi Osztályok) által végzett munkák együttes célja az, hogy rendezze a fogalmak szabatos használatát, egységessé tegye a mennyiségek jelölését és a mértékegységek használatát. A folyamat mintegy harminc éve zajlik és még ma sem fejeződött be. A kialakuló fogalom- és definíciórendszer egységes, ellentmondásmentes és összhangban van az SI-vel. Az elnevezési és jelölési rendszer nemzetközileg és természetesen hazailag is egységessé válik, megszűnik a zavaró sokféleség, a gyakran észlelhető különbség a fizikában és a kémiában alkalmazott jelölésrendszer között. A definíció, jelölés és a nemzetközi mértékegységrendszer következménye az is, hogy bizonyos megszokott mértékegységekről le kell

mondani, néhány új nagyságrendet meg kell szokni, bizonyos problémákat újra és szabatosan meg kell fogalmazni, és az oktatást ehhez kell (vagy talán inkább lehet) igazítani.

Köszönettel tartozom Fodorné Csányi Piroskának sok értékes tanácsáért, a mindenre kiterjedő diszkuszióért.

A közleményben szereplő, magyarázattal ellátott fogalmak

fogalom	fejezet
alapegység	3.
alapmennyiség	2.1.
állandó	2.3.
anyagi állandó	2.3.
anyagmennyiség	4.
átalakulási változó	4.
atomok jelölése	5.1.
Δr jel	5.2.
dimenzió	2.1.
egynemű mennyiségek	2.1.
elemi egység (entitás)	4.
extenzív mennyiség	2.3.
ezrelék	2.3.
fajlagos mennyiség	2.3.
faktor (tényező)	2.3.
folyamatok jele	5.2.
halmazállapot jele	5.2.
intenzív mennyiség	2.3.
izobár nuklid	5.1.
izotóp nuklid	5.1.
képlet	4.1.
koefficiens (együttható)	2.3.
koncentráció	2.3.
matematikai állandó írása	2.2.
matematikai függvény írása	2.2.
mennyiség	2.1.
mennyiség jele	2.2.
mennyiségek logaritmus	2.4.
mérőszám	2.1.
mértékegység	2.1.
moláris mennyiség	2.3.
prefixum	3.
reakcióegyenlet	5.1.
reakcióextenzitás	4.
reakciókoordináta	4.
SI	3.
sűrűség	2.3.
szám	2.3.
szám írása	2.2.

származtatott egység	3.
származtatott mennyiség	2.1.
százalék	2.3.
tört	2.3.
univerzális állandó	2.3.
vegyjel	4.1.
viszony	2.3.

2. Tudnivalók a fizikai és kémiai mennyiségekkel kapcsolatban

2.1. A mennyiségek

A továbbiak megértéséhez mindenképp tisztázni kell azt, hogy mit nevezünk mennyiségnek. Fizikai és kémiai **mennyiség** a jelenségek (állapotok, folyamatok) és fogalmak mérhető tulajdonsága. A mennyiség két független tényező a számérték (mérőszám) és a mértékegység (egység) szorzata:

$$\text{mennyiség} = \text{számérték} \times \text{mértékegység}$$

Pl.:

	$V = 50 \text{ m}^3$	$n = 2,5 \text{ mol}$
mennyiség (jele)	térfogat (V)	anyagmennyiség (n)
számérték	50	2,5
mértékegység jele	m^3	mol

Hét fizikai, kémiai mennyiséget tekintünk jelenlegi ismereteink szerint egymástól dimenzionálisan független **alapmennyiség**nek. Ez azt jelenti, hogy ezekből az ismert természeti törvények (képletek) alapján a többi mennyiség levezethető. Ezek az alapmennyiségek nemzetközi megállapodás alapján a következők: az **anyagmennyiség**, az **elektromos áramerősség**, a **fényerősség**, a **hosszúság**, az **idő**, a **termodinamikai hőmérséklet** és a **tömeg**. Minden egyéb mennyiséget **származtatott mennyiség**nek nevezünk. Ezek algebrailag a hét alapmennyiségből szorzással és osztással állíthatók elő. Pl.:

$$\text{energia} = \text{tömeg} \times (\text{hosszúság})^2 \times (\text{idő})^{-2}$$

A **dimenzió** olyan kifejezés, amely megadja, hogy milyen kapcsolat van a mennyiség és az alapmennyiségek között. A dimenzió független a mértékegység megválasztásától. Ugyanannak a mennyiségnek csak egyféle dimenziója, de többféle mértékegysége lehet. A mértékegység lehet az SI-egység, annak többszöröse, illetve törtrésze, de egy-egy régebbi könyvben előfordulhat nem törvényes, idejét múlt mértékegység is. Például a sebesség dimenziója hosszúság/idő, mértékegysége lehet pl. m/s, km/s, km/h; az anyagmennyiség-koncentráció dimenziója anyagmennyiség/térfogat, mértékegysége lehet pl. mol/m³, mol/dm³, mmol/m³. Gyakran összetévesztik a dimenziót a mértékegységgel. A dimenzió nem a mértékegység szó idegen nyelvű változata, a dimenzió lényegében egy szavakban elmondott képlet. Vannak mennyiségek, amelyek dimenziója 1. Ezeket dimenzió nélküli mennyiségeknek is nevezzük. Az azonos dimenziójú mennyiségek hányadosa dimenzió nélküli mennyiséget ad. Ilyen például a disszociációfok, a törésmutató, a móltört, a relatív molekulatömeg, stb. Az azonos dimenziójú mennyiségeket általában össze lehet adni, ki lehet vonni egymásból, össze lehet őket hasonlítani. Pl. a hő és a munka is energia dimenziójú. Vannak viszont azonos dimenziójú mennyiségek, amelyeknél a természet logikájával ellentmondásban van az összeadhatóság, az összehasonlítás. Összeadni és egymásból kivonni csak **egyenmű mennyiségeket** szabad. Az egyenműség kritériuma szigorúbb az azonos dimenziónál. Nem egyenmű pl. a moláris térfogat és a moláris refrakció, holott mind a két mennyiség térfogat/anyagmennyiség dimenziójú.

A **mértékegység** a mennyiség megállapodás szerint rögzített értéke, a mennyiségek ehhez viszonyított nagyságát fejezi ki a **mérőszám**. A fizikai mennyiségekkel felírt egyenletekre is érvényesek az algebra szabályai. A számolási feladatok megoldása a számértéket és a mértékegységet egyaránt meg kell, hogy adja. Például: a $V = 200 \text{ cm}^3$ térfogatú, $\rho = 5 \text{ g/dm}^3$ tömegkoncentrációjú NaCl-oldatban a Na⁺-ionok anyagmennyisége

$$n = \frac{\rho \cdot V}{M} = \frac{5 \text{ g/dm}^3 \cdot 0,2 \text{ dm}^3}{23 \text{ g/mol}} = 0,0435 \text{ mol}$$

2.2. A fizikai és kémiai mennyiségek jelére vonatkozó általános szabályok

A mennyiségek rövid leírására szolgál a **mennyiség jele**. Sem a mennyiség maga, sem pedig a jele nem írja elő azt, hogy milyen mértékegységet használjunk az értékének megadásánál. Egy mennyiségnek szükség esetén több jele is lehet. A mennyiségek jelének kiválasztása nemzetközi megegyezés kérdése, általában a latin vagy a görög ábécé egy betűje. A kis- és nagybetűk egyaránt használhatók. A betűket szabályosan, *dőlt*en kell írni. Ez manapság a könnyen hozzáférhető szövegszerkesztők használatával már semmilyen külön nehézséget nem okoz. Pl.:

	latin	görög
álló	a b c A B C	$\alpha \beta \gamma \Delta \Theta \Pi$
dőlt	a b c A B C	$\alpha \beta \gamma \Delta \Theta \Pi$

Magyarországon a mennyiségek jelét a Magyar Szabványok rögzítik [2]. Amennyiben szükséges, a jeleket alsó és/vagy felső indexszel módosítani lehet. Ha az alsó és a felső index maga is mennyiséget vagy számot jelölő betű, akkor az indexet is dőltten kell szedni; az egyéb alsó és felső indexek álló típusú betűk. Pl.:

C_p : hőkapacitás állandó nyomáson
(C hőkapacitás, p nyomás)

x_i : az i -edik fajta anyag móltörtje
(x móltört, i egy szám)

C_B : B anyag hőkapacitása
(B általában egy anyagfajta)

E_k kinetikus energia
(E energia, k kinetikus)

$\Delta_r H$ reakció entalpiaváltozása
(H entalpia, r reakció)

V_m moláris térfogat
(V térfogat, m moláris)

A számok és a matematikai jelek írására a következő szabályok érvényesek. A **számokat**

álló típusú betűvel kell írni, a **matematikai állandók** betűjele (pl. e , π) is álló típusú betű. A nem állandó számokat jelölő betűket (pl. n , i) dőlt betűvel kell írni. A **matematikai függvények** jelét (pl. $\log$, $\lg$, $\exp$, $\sin$, $\cos$, d , ∂ , Δ) álló típusú betűvel kell írni, de a függvények általános jele [pl. $f(x)$, $F(x, y)$] dőlt betű.

2.3. A mennyiségek nevével kapcsolatban használt kifejezések

Tényezőnek (faktornak) nevezzük azokat a dimenzió nélküli mennyiségeket, amelyek két másik mennyiség (A és B) közötti arányosságot megadására szolgálnak:

$$A = k \cdot B$$

Ha az arányosságot kifejező mennyiségnek van dimenziója, neve **együttható (koefficiens)**. Két mennyiség dimenzió nélküli hányadosát gyakran **viszonynak** nevezik, ha ez az arány egynél kisebb, a **tört** kifejezést szoktuk használni (pl. móltört, tömegtört). Néhány dimenzió nélküli mennyiség nevében a **szám** kifejezést használjuk (pl. Reynolds-szám, sztöchiometriai szám, oxidációs szám, töltésszám). Helytelen viszont, ha dimenziós mennyiséget nevezünk számnak (pl. helyesen Faraday-állandó és nem Faraday-szám, $F = 96\,500\text{ C/mol}$).

Vannak olyan fizikai mennyiségek, amelyeknek értéke állandó: **univerzális állandó**, amelyeknek értéke minden körülmények között állandó (pl.: Planck-állandó, moláris gázállandó, Avogadro-állandó), **anyagi állandó**, amelynek egy speciális anyagra minden körülmények között azonos az értéke (pl.: a radioaktív anyagok bomlási állandója), amelyek bizonyos körülmények között azonos értékűek, vagy amelyek matematikai számítás eredményei (pl.: kémiai reakció egyensúlyi állandója, sebességi állandója).

Extenzív mennyiségek az olyan mennyiségek, amelyeknek értéke összegeződik a részekéből, ha a rendszert gondolatban, vagy ténylegesen a részekből állítjuk össze. Az extenzív mennyiséget „összeadódó mennyiségnek” is nevezhetjük. Extenzív mennyiség pl. a

térfogat, a tömeg, az energia. **Intenzív mennyiség** az anyaghoz, helyhez rendelhető olyan tulajdonság, amelynek értéke a rendszer egészére nem kapható meg a helyi értékek összegezésével. Az ilyen mennyiségek értéke fizikai, kémiai folyamatokban gyakran kiegyenlítődik, ezért ezeket, „kiegyenlítődő mennyiség”-eknek is nevezhetjük. Intenzív mennyiségek pl. a hőmérséklet, a nyomás, az elektromos potenciál, stb. Extenzív mennyiség neve előtt a **fajlagos** szó a tömeggel (m -mel) való osztást jelenti, az ilyen mennyiség egységnyi tömegű anyagra vonatkozik. Ha az extenzív mennyiséget nagybetű jelöli, akkor ennek fajlagos mennyiségét a megfelelő kisbetűvel jelöljük. Néhány esetben a fajlagos szó használata nem felel meg ennek a definíciónak: fajlagos forgatóképesség, fajlagos ellenállás. Ilyenkor minden egyes esetben definiálni kell, hogy mire vonatkozik az adat: pl. a fajlagos forgatóképesség egységnyi hosszúságra és egységnyi tömegkoncentrációra; a fajlagos ellenállás az egységnyi hosszúságra és egységnyi keresztmetszetre vonatkozó adat. Extenzív mennyiségek neve előtt a **moláris** szó az anyagmennyiséggel (n -nel) való osztást jelenti, az ilyen mennyiség egységnyi anyagmennyiségre vonatkozik. A moláris mennyiséget m alsó indexszel jelöljük. Az alsó index szükség esetén elhagyható, de csak akkor, ha ez az egyszerűsítés nem okoz félreértést. Néhány mennyiségnél a moláris szó az egységnyi anyagmennyiség-koncentrációra való vonatkoztatását jelenti, ilyen pl. az elektrolitoldatok moláris fajlagos vezetése, a színes anyagok moláris abszorpciók együtthatója. A „fajlagos” szó helyett sokszor a „faj”, a „moláris” szó helyett gyakran a „mól” rövidítést használják. Ezt a szóhasználatot azonban kerülni kell. Pl.: fajhő, helyesen fajlagos hőkapacitás; móltérfogat, helyett moláris térfogat. Pl.:

mennyiség	mennyiség jele	fajlagos mennyiség	moláris mennyiség
térfogat	V	v	V_m
hőkapacitás állandó nyomáson	C_p	c_p	$C_{p,m}$
entalpia	H	h	H_m
tömeg	m	–	M

A **sűrűség** szó a mennyiség nevében a térfogattal osztott mennyiséget jelenti (pl. töltéssűrűség, $\varrho = Q/V$), néha a felületegységre való vonatkozást jelenti (pl. áramsűrűség $j = I/A$). A **koncentráció** a teljes térfogattal való osztást fejezi ki. (anyagmennyiség-koncentráció $c_B = n_B/V$, tömegkoncentráció $\varrho_B = m_B/V$)

2.4. Műveletek mennyiségekkel

Összeadás és kivonás csak egynemű mennyiségekkel végezhető el. Az eredmény dimenziója megegyezik a tagok dimenziójával. Az összevonandók mértékegységeit a művelet előtt azonosra kell tenni. A szorzást, az osztást, a hatványozást és a gyökvonást a számértékekkel és a mértékegységekkel egyaránt el kell végezni. Sok tag összegezését a Σ (szumma) jellel, sok tényező szorzását a Π (produkum) jellel jelöljük. A mennyiségekkel való műveletek jelölése a következőképpen történik:

$$\begin{array}{cc} a + b & a - b \\ ab \text{ vagy } a \cdot b \end{array}$$

$$\frac{a}{b} \text{ vagy } a/b \text{ vagy } ab^{-1} \text{ vagy } a \cdot b^{-1}$$

$$\text{Pl.: } p = \frac{nRT}{V} \text{ vagy } p = nRT/V \text{ vagy}$$

$$p = n \cdot R \cdot T/V \text{ vagy } p = n \cdot R \cdot T \cdot V^{-1}$$

A mennyiségek hányadosaként előállított mennyiségek nem csak törtként, hanem **százalékban** (%), **ezrelékben** (‰) is megadhatók: $1 = 100\% = 1000\text{‰}$. A jelölés mellett meg lehet adni azt, hogy melyik mennyiség hányadosaként állott elő. Pl.

$$w = 0,26 = 26/100 = 26\% = 260\text{‰} \\ (w \text{ a tömegtört jele}).$$

Megjegyzendő, hogy a gyakran alkalmazott m/m és V/V rövidítés nem a mennyiségek (tömegtört, ill. térfogattört) jele. Bár nem hibásak, nincsenek az ajánlások között, nem szabványosak. A g/g , kg/kg , cm^3/cm^3 jelöléseket ne használjuk, mert hibásak, ugyanis a mennyiség független a mértékegységtől. A tömegtört jele: w , a térfogattört jele: ϕ .

A dimenziós **mennyiségek logaritmus**a nincs értelmezve, és fordítva, a 10 vagy az e hatványkitevője is csak dimenzió nélküli mennyiség lehet. Egy mennyiség logaritmusán mindig a számérték logaritmusát értjük. Például a nem szabatosan felírt

$$\lg (\text{mennyiség}) \text{ értelme: } \lg \left(\frac{\text{mennyiség}}{\text{mértékegység}} \right).$$

Ha nem az utóbbi módon írjuk fel az adatot, nem tudjuk a logaritmusból visszaszámolni a mennyiséget. Pl.: ha csak annyi van megadva, hogy $\lg p = 4$, vajon mekkora a nyomás? 10^4 Pa? 10^4 bar? netán 10^4 atm? Az átszámítás is ennek figyelembe vételével történik. Például az atmoszférában megadott p' nyomás logaritmus

$$\begin{aligned} \lg \frac{p'}{\text{atm}} &= \lg \frac{p'}{\text{atm}} \cdot \frac{\text{Pa}}{\text{Pa}} = \lg \frac{p}{\text{Pa}} \cdot \frac{\text{Pa}}{\text{atm}} = \\ &= \lg \frac{p}{\text{Pa}} \cdot \frac{1}{101\,325} = \lg \frac{p}{\text{Pa}} - 5,00572 \end{aligned}$$

3. A nemzetközi mértékegységrendszer (SI)

A nemzetközi mértékegységrendszert [Système International d'Unités, jele SI a 11. Általános Súly- és Mértékügyi Konferencia [Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM)] fogadta el 1960-ban. A rendszer 7 **alapegység**ből épül fel annak megfelelően, hogy 7 dimenzionálisan független alapegység van. A 7 mértékegység a következő: amper, kandela, kelvin, kilogramm, másodperc, méter és mól. A mértékegységeknek nemzetközileg elfogadott (és ennek megfelelően kötelező) jele van, a mértékegységek neve azonban az egyes nyelveken különböző lehet.

A mennyiség		Az SI-egység	
neve	jele	neve	jele
anyagmennyiség	n	mól	mol
elektromos áramerősség	I	amper	A
fényerősség	I_v	kandela	cd
hosszúság	l	méter	m
idő	t	másodperc	s
termodinamikai hőmérséklet	T	kelvin	K
tömeg	m	kilogramm	kg

Az SI **származtatott egységeket** az alapegységek hatványainak szorzásával képezzük a mennyiségek megfelelő összefüggéseire hasonlón. Az SI mértékegységrendszerben minden mennyiségnek csak egy egysége van. Ez vagy maga a megfelelő SI-alapegység, vagy a megfelelő SI származtatott egység. Az egységek tízes többszörösei és tizedes törtrészei is használhatók, ezeket az ún. **prefixumokkal** képezzük. Pl.: nm (nanométer), kHz (kilohertz), Mg (megagramm), cm, km. Ma már minden területen kötelező az SI-egységek használata (az SI-prefixumokkal együtt, ahol ez szükséges). Ha speciális okból kivételt teszünk, a használt mértékegységet SI-egységben is definiálni kell.

3.1. Az SI-alapegységek definíciója

A **méter** annak az útnak a hosszúsága, amelyet a fény vákuumban $1/299\,792\,458$ -ad másodperc alatt tesz meg.

A **kilogramm** az 1889. évben Párizsban megtartott Első Általános Súly- és Mértékügyi Értekezlet által a tömeg nemzetközi etalonjának elfogadott, a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatalban, Sévres-ben őrzött platina-irídium henger tömege.

A **másodperc** az alapállapotú ^{133}Cs -atom két hiperfinom energiaszintje közötti átmenetnek megfelelő sugárzás $9\,192\,631\,770$ periódusának időtartama.

Az **amper** olyan állandó elektromos áram erőssége, amely két párhuzamos, egyenes,

végtelen hosszúságú, elhanyagolhatóan kicsiny kör keresztmetszetű és egymástól 1 méter távolságban vákuumban levő vezetőben áramolva, e két vezető között méterenként $2 \cdot 10^{-7}$ newton erőt hoz létre.

A **kelvin** a víz hármaspontja termodinamikai hőmérsékletének $1/273,16$ -szorosa.

A **mól** annak a rendszernek az anyagmennyisége, amely annyi elemi egységet tartalmaz, mint ahány atom van $0,012$ kilogramm ^{12}C -ben. Az elemi egység fajtáját meg kell adni; ez atom, molekula, ion, elektron, más részecske vagy ilyen részecskék meghatározott csoportja lehet.

A **kandela** az olyan fényforrás fényerőssége adott irányban, amely $540 \cdot 10^{12}$ hertz frekvenciájú monokromatikus fényt bocsát ki, és sugárerőssége ebben az irányban $1/683$ watt per szteradián.

A mértékegységek definícióját a mérés technika és a tudomány fejlődésével időről időre újra fogalmazzák. Az egyes mértékegységek jelenleg érvényes definíciója az elfogadás idejének sorrendjében:

év	mértékegység	CGPM konferencia
1901	kilogramm	3.
1948	amper	9.
1967	másodperc	13.
1967	kelvin	13.
1971	mól	14.
1979	kandela	16.
1983	méter	17.

3.2. A nemzetközi mértékegységrendszeren kívüli és a származtatott mértékegységek

Vannak a nemzetközi mértékegységrendszeren kívüli, de törvényes mértékegységek, amelyek egy része azonban csak meghatározott területen használható. Ezek közül a legfontosabbak:

Mennyiség	A mértékegység neve	jele	Melyik területen használható
energia	elektronvolt	eV	atomfizika
tömeg	atomi tömegegység	u	atomfizika
nyomás	bar (*)	bar	folyadékokra és gázokra
idő	perc	min	korlátozás nélkül
idő	óra	h	korlátozás nélkül
idő	nap	d	korlátozás nélkül
térfogat	liter (**)	l, L	korlátozás nélkül
tömeg	tonna	t	korlátozás nélkül

*: $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$; **: A liter régi definíciója ($1,000\,028 \text{ dm}^3$) érvénytelen. A liter szó most csak mint a dm^3 névváltozata szerepel. $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$. Ennek megfelelően: $1 \text{ mol/dm}^3 = 1 \text{ mol/l}$

A mennyiségek és a mértékegységek származtatásának rendszerét az alábbi séma mutatja:

alapmennyiség $\longrightarrow$ származtatott mennyiség

alapegység $\longrightarrow$ származtatott egység
 többszörös törtrész $\longrightarrow$ származtatott egység
 (ha külön neve van)

Az SI származtatott egységek egy részének külön neve és jele van. Ezek közül a kémia szempontjából a legfontosabakat a lenti táblázat tartalmazza. Fontos megjegyeznünk azt, hogy külön neve természetesen csak az alapegységekből származtatott újabb egységeknek lehet. A tört és többszörös egységekből ugyan származtathatók mértékegységek, de ezeknek nem lehet külön nevük. (Pl.: a $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$ egység külön neve: joule, melynek jele: J.)

nek nem lehet külön nevük. (Pl.: a $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$ egység külön neve: joule, melynek jele: J.)

A km/s , mA/cm^2 , mol/dm^3 egységeknek mivel törtrészből vagy többszörösből vannak képezve nincs külön neve. Nincs megengedve pl. a hajdani erg külön elnevezés a $\text{g} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ törtrészekből képezett származtatott egységre.

Mennyiség	Az SI-egység		
	neve	jele	kifejezése az SI alapegységekkel
Celsius-hőmérséklet	Celsius-fok	$^{\circ}\text{C}$	K
elektromos ellenállás	ohm	Ω	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-2}$
elektromos feszültség	volt	V	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$
elektromos kapacitás	farad	F	$\text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$
elektromos potenciál	volt	V	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$
elektromos töltés	coulomb	C	$\text{s} \cdot \text{A}$
elektromos vezetés	siemens	S	$\text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^3 \cdot \text{A}^2$
energia	joule	J	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
erő	newton	N	$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
fényáram	lumen	lm	$\text{cd} \cdot \text{sr}$
frekvencia	hertz	Hz	s^{-1}
hő	joule	J	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
megvilágítás	lux	lx	$\text{m}^2 \cdot \text{cd} \cdot \text{sr}$
munka	joule	J	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
nyomás	pascal	Pa	$\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
teljesítmény	watt	W	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$

1. A ϑ Celsius-hőmérsékletet a $\vartheta/^{\circ}\text{C} = T/\text{K} - 273,15$ összefüggés definiálja. A Celsius-hőmérséklet-különbség egysége a Celsius-fok ($^{\circ}\text{C}$), amely a kelvinnel (K) egyenlő. A $^{\circ}$ jel és az utána következő C betű egyetlen szimbólumot alkot, tehát nincs betűhely közöttük, pl. 25°C (és nem 25°C). A $^{\circ}$ jel önmagában nem használható, mert ez a síkszög mértékegységének a jele.

3.3. A mértékegységek jelére vonatkozó általános szabályok

A mértékegységek jelét álló típusú betűvel kell írni, és nincs utánuk pont (kivéve a mondat végén). (Pl.: $r = 10 \text{ cm}$)

A mértékegységek jele kisbetű, ha köznévi eredetű; a személynévből származókat azonban nagy kezdőbetűvel kell írni. (Egyetlen kivétel a liter, amelynek jele l vagy L.)

Pl.: m (méter), s (másodperc), J (joule), Hz (hertz).

A mértékegységek szorzását, ill. osztását az alábbiak szerint jelöljük:

Szorzás: $m \cdot N$ vagy $m N$

$N = m \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$ vagy $m \text{ kg s}^{-2}$ (nem mkgs^{-2})

A szóköz nélküli jelölést nem szabad használni, mert félreértéshez vezethet, pl. az mN (szóköz nélkül) millinewtont és nem méterszer newtont jelent. A mértékegységek szorzásakor a szorzópont használatát előnyben kell részesíteni a helykihagyással szemben mert kevesebb félreértést okoz.

Osztás: $\frac{m}{s}$ vagy m/s vagy $m \cdot \text{s}^{-1}$ vagy $m \text{ s}^{-1}$

Ezek a felírásmódok összetett csoportokra is alkalmazhatók, de egynél több ferde törtvonalat ne használjunk ugyanabban a kifejezésben. Kivétel az az eset, amikor zárójel használatával a félreértés elkerülhető. Pl.: $J \cdot K^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ vagy $J/(K \cdot \text{mol})$. A $J/K/\text{mol}$ írásmód helytelen, mert félreérthető. Egyaránt jelenthet ugyanis $J/(K/\text{mol})$ -t és $(J/K)/\text{mol}$ -t. A következő írás azt kívánja, hogy egy szövegben több mértékegység szereplése esetén a nevet névvel a jelet jellel kombinálva írjuk le, de kerülendő a név jellel való kombinálása.

Pl.: helyes kilogramm/mól, kg/mol, de helytelen kilogramm/mol, kg/mól.

4. Az anyagmennyiség

Az alapmennyiségek közül a kémiai szempontból legfontosabbnak, az anyagmennyiségnek az értelmezésével részletesebben is foglalkozunk. A tudomány jelenlegi ismeretei szerint az anyag megjelenési formáinak két nagy csoportja van:

1. a folytonos sajátságokat mutató formák, a fizikai erőkerek (mezők, pl. gravitációs, elektromágneses, stb. mező);
2. a korpuszkuláris sajátságokat mutató formák (pl. atomok, molekulák, elemi részek, stb.).

Ezek az anyagcsoportok szoros kapcsolatban vannak egymással, kölcsönösen átalakulhatnak. Számos makroszkopikus tulajdonságban, folyamatban, az atomok, molekulák száma a meghatározó tényező. Így pl. a gázok térfogata nem a tömegüktől, hanem a részecskék számától függ; a kémiai reakciókban az anyagok meghatározott részecskeszám-arányban vesznek részt. A korpuszkuláris anyagok fontos jellemzői energiaadagok. A nagyobb részecskék csak megfelelő energia (pl. rácsenergia, disszociációs energia) felhasználásával bonthatók fel kisebb részecskékre, a makroszkopikus folyamatok energiaváltozásai is a részecskék számától függenek. A példák tovább is sorolhatók. Mindebből következik, hogy szükség volt olyan alapmennyiség definiálására, amely mögött az atomok és molekulák darabszáma rejlik. Az anyag mindennapi életben előforduló mennyiségeiben az anyagok makroszkopikus mennyiségű átalakulásaiban a részecskék rendkívül nagy soka-sága van, ill. vesz részt. A kémia jellegzetesen az a tudományterület, amely ezekkel a nagy számú részecskéből álló halmazokkal foglalkozik. Célszerű tehát az adatokat jól definiált, nagy mennyiségű részecskére (elemi egységre) vonatkoztatni.

Az anyag ezen tulajdonságát kifejező mennyiség léte és használata régebben nem volt egyértelmű és eléggé általános. A kémiában a mólt mint mértékegységet már régen használták, bár nem volt mindig világos az, hogy a mól egy mértékegység. Ezzel szemben magának a

mennyiségnek, amelynek ez a mértékegysége sokáig nem volt neve. Így számos, az anyagmennyiséggel kapcsolatos további mennyiség definiálásában, elnevezésében és használatában következtelenségek voltak (pl. moláris adatok, reakcióhő, sztöchiometriai egyenletek, oldatok összetételének megadása, stb.). Ez sok zavart okozott, és tisztázatlan fogalmak tették nehezen érthetővé a mennyiségi kémia egyes területeit. Ezért a CGPM 1971-ben független alapmennyiségként elfogadta az anyagmennyiséget és egyben mértékegységeként a mólt.

Az **anyagmennyiség** független alapmennyiség, amely a részecskék és az átalakulások diszkontinuus voltát és megszámlálhatóságát fejezi ki. Adott anyag anyagmennyisége arányos az elemi egységeinek számával. Az anyagmennyiség mértékegysége a **mól**, ennek jele: mol. Az anyagmennyiség mértékegységének a definíciója a 3.1. fejezetben található. Az **anyagmennyiség jele**: n . Egy szabatosan megfogalmazott kifejezésben a mértékegység, a mérőszám és az anyag neve együtt kell szerepeljen. Az **elemi egység** fajtáját tehát mindig meg kell adni; ez atom, molekula, ion, elektron, más részecske vagy ilyen részecskék meghatározott csoportja lehet. Az elemi egység név helyett ajánlják az entitás szót is. Néhány példa az anyagmennyiség megadására:

- 1 mól Hg_2Cl_2 tömege 472,08 g;
- 1 mól Hg_2^{2+} tömege 401,18 gramm, töltése 192,97 kilocoulomb;
- 1 mól Hg_2^{2+} tömege 401,18 g, töltése 192,97 kC;
- 1 mól $0,5 \text{ Ca}^{2+}$ tömege 20,04 gramm, töltése 96,49 kilocoulomb;
- 1 mól $\text{Cu}_{0,5} \text{ Zn}_{0,5}$ tömege 64,46 gramm;
- 1 mól $\text{Fe}_{0,91} \text{ S}$ tömege 82,88 gramm;
- 1 mól e^- tömege 548,60 mikrogramm,

töltése $-96,49$ kilocoulomb és $6,02 \cdot 10^{23}$ elektront tartalmaz;

1 mól gázelegy, amely $x(\text{N}_2) = 0,7809$; $x(\text{O}_2) = 0,2095$; $x(\text{Ar}) = 0,0093$ és $x(\text{CO}_2) = 0,0003$ móltörtű komponenseket tartalmaz, tömege 28,964 gramm

1 mól foton energiája, amelynek frekvenciája 10^{14} Hz, 39,90 kJ. Az ilyen foton moláris energiája 39,90 kJ/mol.

Egy, pl. a Dunán úszó jégdarab tömege 4 kg, sűrűsége $0,92 \text{ g/m}^3$, anyagmennyisége 222,2 mol H_2O , moláris tömege 18 g/mol, hosszúsága 25 cm, sebessége 5 m/s

54 g butadiénben 2 mol C=C kötés és 1 mol C–C kötés van.

(A számértékek ezekben a példákban csak közelítőek.) Az anyagmennyiség tehát nem általában valamilyen anyagra, hanem jól definiált elemi egységre (entitásra) vonatkozik, és ezért azt mindig pontosan kell megadni.

Ha csak makroszkopikus mennyiségű anyagokkal dolgozunk, az anyagmennyiség használata elegendő. Ha a makroszkopikus és az atomi mennyiségek kapcsolatát keressük, szükség van annak az állandónak az értékére is, amely a részecskék **darabszáma** és anyagmennyisége közötti kapcsolatot megteremti. Ez az arányossági tényező (szabatosanban együttható, mivel dimenziós mennyiség), minden anyagra azonos, az **Avogadro-állandó**. Az Avogadro-állandó (jele N_A , esetleg L) a rendszerben levő elemi egységek darabszámának (N -nek) és a rendszer anyagmennyiségének (n -nek) a hányadosa:

$$N_A = \frac{\text{az elemi egységek darabszáma}}{\text{az anyag anyagmennyisége}} = \frac{N}{n}$$

Az Avogadro-állandó dimenziója anyagmennyiség $^{-1}$, mértékegysége 1/mol, jelenleg

Pl.: 10 g alumínium-klorid anyagmennyisége,

ha az elemi egység

a legegyszerűbb arányokkal van felírva

a tényleges molekula

ekvivalens mennyiség egy adott reakcióban

képlete

AlCl_3

Al_2Cl_6

$1/3 \text{ AlCl}_3$

M

133,33 g/mol

266,66 g/mol

44,44 g/mol

n

0,0750 mol

0,0375 mol

0,2250 mol

elfogadott (a mérési pontosság által korlátozott) értéke:

$$N_A = (6,022\,045 \pm 0,000\,031) \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

(A darabszám dimenzió nélküli adat, ez megmutatkozik pl. a fordulatszám definíciójában és mértékegységében is:

$$\text{fordulatszám} = \frac{\text{fordulatok száma}}{\text{idő}}, \text{ s}^{-1})$$

Az ismeretlen anyagmennyiséget gyakran tömegméréssel határozzuk meg ismert anyagmennyiséggel való összehasonlítással (gravimetria, titrimetria). További meghatározási lehetőséget jelentenek az ún. kolligatív sajátságok (pl. fagyáspontcsökkenés, ozmózisnyomás) az elektrolitikus anyagválasztás, a tömegspektrometria, gáztérfogatmérés önmagában, vagy tömegméréssel kombinálva. A részecskék egyedi leszámolása általában kivitelezhetetlen.

A mennyiség törvényesen rögzített magyar neve az „anyagmennyiség”. Ez a szó talán nem eléggé kifejező, mert nem érzékelteti azt, hogy egy részecskékből álló halmaz elemi egységeinek (objektumainak, entitásainak) leszámálható mennyiségét írjuk le vele. Gondoljuk meg azonban, hogy egy-egy szó tartalmát más esetekben is a használata adja csak meg (pl. vár, fogas, iromba, spré). Más nyelven a kifejezés pl.: angol – amount of substance, német – Objektmenge (Stoffmenge). Az angol kifejezésben a „substance” szó helyettesíthető az elemi egység (angolul entity) megnevezésével, és így a kifejezés szemléletesebb (Pl.: the amount of O_2 is equal to 3 moles, $n(O_2) = 3 \text{ mol}$).

Kicsit különösnek tűnhet, hogy a magyar nyelvben az egység neve (mól) és az egység nemzetközileg elfogadott jele (mol) között csak a vesszőben van különbség (szemben pl.: kilogramm – kg, amper – A, stb. esetekkel). Más nyelveken:

	név	jel
angol	mole	mol
német	Mol	mol

Az anyagmennyiség használatával kapcsolatban további megjegyzés az, hogy az anyagmennyiség definíciója – hasonlóan a töb-

bi fizikai mennyiséghez – semmit sem mond a mértékegység megválasztására vonatkozóan, így az anyagmennyiség mértékegységére, a mólra nézve sem. Ezért nem helyes n -et a „mólok számának” vagy „mólszámnak” nevezni, mint ahogy helytelen lenne, ha m -et a „kilogrammok számának”, l -et a „méterek számának” neveznénk, mivel n , m , és l a mennyiségek jelei és nem a számokéi. Helyes pl., ha azt mondjuk, hogy $n(\text{Na}) = 0,1 \text{ mol}$, ahol $n(\text{Na})$ a nátrium anyagmennyiségét jelenti, de helytelen $n(\text{Na})$ -t a nátrium „mólszámának” nevezni. A „mólszám” egyébként is többféle értelemben (anyagmennyiség, sztöchiometriai szám) használt és így már csak ezért is tévedésre lehetőséget adó, tehát helytelen kifejezés. Hasonlóan nem indokolt pl. a „mólfogalom”-ról beszélni, holott ilyenkor az „anyagmennyiség fogalmát” tárgyaljuk. Miként a hosszúság, az idő, a tömeg fogalmakat értelmezhetjük, de mértékegységük fogalmairól (méterfogalom, másodpercfogalom, kilogrammfogalom) nem szoktunk beszélni. Elavultak a következő kifejezések is: grammatom, molekulasúly, gramm-molekulasúly, mólsúly, gramm-mól, stb. Ez utóbbiak ma már szerencsére nem is bukkannak fel.

Oldatok összetételét, egyebek mellett, meg lehet adni az anyagmennyiség-koncentrációval (röviden koncentrációval): $c_B = n_B/V$. Mértékegysége mol/m^3 , nagyon sokszor ennek ezerszeresét a mol/dm^3 -t használják. Az 1 mol/dm^3 -es oldatot gyakran mólos oldatnak nevezik. Ez hibás, mert a mértékegységből csak a számlálót adja meg, a nevezőt nem. Ugyanolyan pongyolaság ez, mint pl. 50 kilométeres sebességről beszélni 50 km/h (vagy 50 km/s ?) helyett. A koncentráció mértékegységének jelölésére több, szintén hibás, ill. nem konzekvens mód is gyakran előfordul.

Például: „0,1 m oldat”: 0,1 méter, azaz 10 centiméter oldatot jelent.

„0,1 mólos oldat”: a fentiek miatt pongyola.

„0,1 M oldat”: bár egyértelmű lehetne, a következők miatt nem alkalmazható. Az SI-ben vannak származtatott mennyiségek, amelyek-

nek külön nevük van (l. 3.2. fejezetet). A többszörösök és törtrészek e nevekkkel is képezhetők. A koncentráció SI-egységnek azonban nincs külön neve, és így jele sem. Pl.:

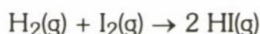
származtatott egység	neve	jele	többszörös
$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$	joule	J	kJ
$\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$	pascal	Pa	MPa
$\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$	nincs	nincs	$\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Ha nemzetközi megállapodásban a jövőben adnánk is külön nevet az anyagmennyiség-koncentráció egységnek, az SI-ben ezt csak az egységgel ($\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$) lehetne megtenni, a törtrészt ill. többszöröst ebből képezhetjük prefixummal. A $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ a $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$ ezerszerese, külön neve tehát nem is lehetne az SI-rendszerében. A gyakorta használt M jel tehát nem tekinthető a $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ jelének! Hasonló a helyzet a molalitással (régí nevén Raoult-koncentrációval). A régebben használt jelölés (pl. 1 m oldat) hibás, kerülendő.

Az anyag részecskékből álló szerkezetéből következik, hogy az átalakulási folyamatok is részecskék között mennek végbe. A makroszkopikusan megfigyelhető anyagátalakulások rendkívül nagy számú, egyidejű, egymás mellett, vagy egymás után lejátszódó, elvben megszámlálható egyedi folyamatból állnak. Legtöbbször nem ismerjük az egyedi folyamatokat, de azt igen, hogy milyen kiindulási anyagokból milyen termékek keletkeznek és milyen arányban. Az egyedi folyamatok eredője adja az egyenlet szerinti átalakulást. Pl.:



azaz 4 molekula NH_3 -ból és 5 molekula O_2 -ből 4 molekula NO és 6 molekula H_2O keletkezik. A részecskék közötti egyedi folyamatok és ezek eredője egy egyenlet szerinti átalakulás is ugyanígy leszámálható mint maguk a részecskék. Legegyszerűbb esetben, bimolekulás gázfázisú reakciónál ez az ütközések számát jelenti, mint pl. a



reakció esetében. Makroszkopikus mennyiségű átalakulásnál, kémiai reakciónál megadható a leszámított események anyagmennyisége csakúgy, mint a benne részt vevő részecskék anyagmennyisége. A reakció anyagmennyiségének neve **reakciókoordináta**, jele ξ (görög betű, kszí), SI-egysége azonos az anyagmennyiség egységével, tehát mol. A reakciókoordináta szó helyett ajánlják az **átalakulási változó** és a **reakcióextenzitás** szavakat is.

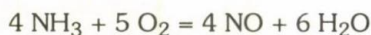
Az anyagmennyiség fogalmának ilyen kibővítése és következetes alkalmazása szerint tehát az elemi egység, amelynek anyagmennyiségéről beszélhetünk, és azt molban mérjük, lehet:

- valóságos részecske: molekula, ion, gyök, elektron, foton, atommag, elemi részecskék, koloid részecskék, hibahelyek kristályokban, stb.
- képlet szerinti egység, részecskék megadott csoportja (pl. NaCl , SiO_2 , elektrolitok oldataikban),
- részecskéktöredékei, részei (pl. metilcsoport egy molekulában),
- részecskék fiktív töredékei (pl. $1/2 \text{Mg}^{2+}$, $1/5 \text{KMnO}_4$), (az ilyen töredékek rendszerint valamely reakcióban egy másik anyaggal ekvivalens mennyiségek),
- kötések (pl. $\text{C}=\text{C}$ kötés)
- részecskék közötti ütközések (pl. $\text{H}_2 + \text{I}_2$ ütközése)
- képlet szerinti átalakulások (pl. $4 \text{NH}_3 + 5 \text{O}_2 = 4 \text{NO} + 6 \text{H}_2\text{O}$)

Az előbbieket figyelembe vételével tehát a reakciókra vonatkozó mennyiségeknek (reakció entalpiaváltozása, reakcióhő, reakció szabadentalpia-változása, egyensúlyi állandó, stb) csak a sztöchiometriai egyenlet megadásával együtt van értelmük. Értékük függ az éppen használt sztöchiometriai számoktól. Pl.:

sztöchiometriai egyenlet	$\Delta_r H$	K_p
$\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 = 2 \text{NH}_3$	$-93,02 \text{ kJ/mol}$	$6,4 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}^{-2}$
$2 \text{NH}_3 = \text{N}_2 + 3 \text{H}_2$	$+93,02 \text{ kJ/mol}$	$1,6 \cdot 10^4 \text{ Pa}^2$
$1/2 \text{N}_2 + 3/2 \text{H}_2 = \text{NH}_3$	$-46,51 \text{ kJ/mol}$	$8,0 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}^{-1}$

A reakciókra vonatkozó adatok egységnyi anyagmennyiségű reakcióra vonatkoznak, és nem pedig a reakcióban részt vevő valamelyik komponens egységnyi anyagmennyiségére. Ennek megfelelően a mértékegységben szereplő 1/mol azt jelenti, hogy a mennyiség értéke 1 mol reakcióra ($\Delta\xi = 1$ mol-ra) vonatkozik. Gondoljunk pl. a



$$\Delta_r H = -903,46 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

reakcióra. A $\Delta_r H$ (reakcióhő) 1 mol megadott egyenlet szerinti reakcióra vonatkozik, miközben 4 mol NH_3 oxidálódik és 4 mol NO valamint 6 mol H_2O keletkezik.

Az ismertetett két fizikai mennyiség összevetése:

a mennyiség neve	jele	elemi egység	SI-egység
anyagmennyiség	n	anyagokra	mól
reakciókoordináta	ξ	anyagok egyenlet szerinti átalakulása	mól

5. Jelölések a kémiában

5.1. A vegyjel, a képlet, az egyenletek írása

Az elemek **vegyjele** számos esetben a latin nevükből ered, és egy vagy két betűből áll. Csak a 103-nál nagyobb rendszámú elemek jele áll három betűből. A vegyjel nemzetközi megállapodás alapján alapul, míg a név nemzeti. A vegyjel után nem teszünk pontot, csak ha a mondat végén áll. A vegyjelet álló típusú betűkkel kell szedni, kezdőbetűje nagybetű. Pl.: I, U, Pa, C, Ca, H, He.

A vegyjeleknek különböző jelentésük lehet:

- a) Jelölhetik az elem egy atomját. Például a Cl jelölhet egy klóratomot, (amelynek mint ismert 17 protonja és 18 vagy 20

neutronja van, így tömegszáma 35 vagy 37, az átlagos tömege a földi eredetű mintákban 35,4527 u).

- b) A vegyjel, mint gyorsírási jel, az elem egy darabját, egy mintáját is jelölheti. Pl.: az Fe egy darab vasat, a He egy héliumgáz-mintát jelölhet.

A kémiai **képletek** az egynél több atomból álló elemi egységeket (molekulákat, koordinációs ionokat, atomcsoportokat, stb.) jelölik.

Pl.: N_2 , P_4 , C_6H_6 , CaSO_4 , $[\text{PtCl}_4]^{2-}$, $\text{Fe}_{0,91}\text{S}$

A képlet – mint gyorsírási jel – a megfelelő kémiai anyag egy mintáját is jelölheti. Pl.:

CH_3OH a metanol

$\rho(\text{H}_2\text{SO}_4)$ a kénsav sűrűsége

H_2O egy vízmolekula, a víz

$1/2 \text{O}_2$ egy fél oxigénmolekula

$\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ a cink-foszfát képlet szerinti egy-sége, a cink-foszfát

2MgSO_4 a magnézium-szulfát képlet szerinti egységének kétszerese

$1/5 \text{KMnO}_4$ a kálium-permanganát képlet szerinti egységének egy ötöde

$1/2 \text{SO}_4^{2-}$ egy fél szulfátió

Az itt felsoroltak nem feltétlenül jelentenek a valóságban is létező részecskéket. A fenti példák közül az $1/2 \text{O}_2$, az $1/5 \text{KMnO}_4$ és az $1/2 \text{SO}_4^{2-}$ csak elképzelt egységek, mivel a molekulák ilyen részei (fragmensei) nem léteznek. Az ilyen módon definiált elemi egységek használata azonban makroszkopikus mennyiségű anyagoknál, az anyagmennyiség számításánál gyakran kényelmes lehet.

Az **atomok** elnevezésére és **jelölésére** a következő szabályok érvényesek. Azokat az atomokat, amelyeknek azonos a rendszáma, de különböző a tömegszáma, **izotóp nuklidoknak** vagy **izotópoknak** nevezzük. Azokat a nuklidokat pedig, amelyeknek azonos a tömegszáma, de különböző a rendszáma, **izobár nuklidoknak** vagy **izobároknak** nevezzük. A

nuklidot az elem vegyjeléhez bal felső indexként hozzáírt **tömegszámmal** jellemezhetjük. A **rendszámot** is hozzáírhatjuk bal alsó indexként. Ha nincs bal felső index, akkor a vegyjel az összes izotópot jelöli a természetben előforduló gyakorisággal. Pl.: ^{14}N , ^{12}C , ^{13}C , ^{16}O ,

$$n(\text{Cl}) = n(^{35}\text{Cl}) + n(^{37}\text{Cl})$$

Az ion **töltésszámát** jobb felső indexként adjuk meg, a töltés előjelét az abszolút értéke mögött tüntetjük fel. Ha ez utóbbi értéke egy, akkor ez elhagyható. Pl.:

Na^+ –pozitív nátriumion; $^{79}\text{Br}^-$ –negatív 79-brómion; 3Al^{3+} –három darab pozitív töltésű alumíniumion; S^{2-} –két negatív töltésű kénion (szulfidion)

A jobb felső index helyén levő jel más információkat is hordozhat: csillaggal a **gerjesztett elektronállapotot** jelölhetjük. Pl.: H^* , Cl^* . Az **oxidációs számot** pozitív vagy negatív római számmal vagy nullával jelöljük. Pl.: Mn^{VII} , $\text{O}^{-\text{II}}$, Ni^0 . Az elemi egységben lévő azonos **atomok számát** jobb alsó indexszel jelöljük (az 1 számot nem tesszük ki). Az atomcsoportokat zárójelbe lehet tenni. Az elemi egységeket a megfelelő képletekkel lehet megadni, amelyeket egy számmal szorzunk meg. Az elem vegyjele körüli indexek helyzetét és jelentését a következőképpen összegezhethetjük:

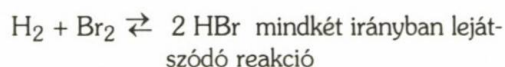
bal felső index: tömegszám

bal alsó index: rendszám

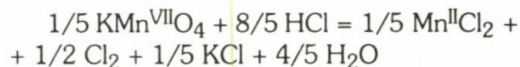
jobb felső index: töltésszám, oxidációs szám, gerjesztett állapot

jobb alsó index: az elemi egységben levő atomok száma

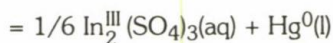
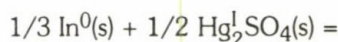
A kémiai **reakcióegyenletekben** szereplő kiindulási anyagokat és termékeket összekapcsoló jelöléseknek a következő jelentése van:



Ha a reakciót elemi reakciónak tekintjük (pl.: $\text{H} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{HBr} + \text{Br}$), akkor annak a szövegből világosan ki kell derülnie. A redoxireakciókat gyakran úgy írjuk fel, hogy az átment elektronok sztöchiometria számának abszolút értéke egységnyi legyen (ennek feltüntetését általában elhagyjuk a bruttó egyenletből). Pl.:



Hasonlóan, egy elektrokémiai cellában (galvancellában) lejátszódó reakciót úgy írhatunk fel, hogy a cellareakció töltésszáma egységnyi legyen. Pl.:

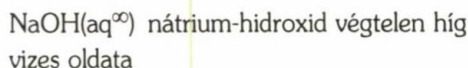
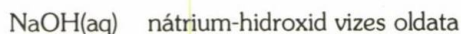


(A zárójelben lévő jelek a halmazállapotot jelölik.)

5.2. Az állapotok és az állapotváltozások jelölése

A következő egy, két vagy három betűből álló jelek a kémiai anyagfajták **halmazállapotát** jelölik. A betűket a jel, ill. a képlet után zárójelben írjuk, a végén pont nélkül. A jeleket álló betűkkel kell szedni.

g: gáz vagy gőz; l: folyadék; s: szilárd; mon: monomer alak; pol: polimer alak; sol: oldat; aq: vizes oldat; aq^∞ : végtelen híg vizes oldat



A kémiai **folyamatokat** és a reakciókat jelölő alsó indexeket, jeleket álló típusú betűvel kell írni, utánuk nincs pont. E jelek nemzetközi megegyezés alapján kerültek elfogadásra, így sok esetben eltérnek a magyar elnevezésektől.

I. Alsó indexek

foliadék párolgása	vap
szilárd anyag szublimálása	sub
szilárd anyag olvadása	fus
egyik szilárd fázisnak egy	
másikba való átalakulása	trs
fluid fázisú anyagok, fluidumok	
elegyítése	mix
oldási folyamat, oldódás	sol
adszorpció	ads
kémiai reakció általában	r
anyag gázállapotú atomjaira történő	
bomlása (atomizáció)	at
égési reakció	c
vegyület képződési reakciója elemeiből	f

II. Felső indexek

standard	o
tiszta anyag	*
végtelen hígítás	∞
ideális	id
aktivált komplexum, átmeneti állapot	‡

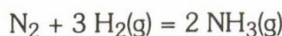
Példák a fenti jelölések használatára

Az I. részben felsorolt jelek a Δ jel alsó indexeként használandók, hogy az termodinamikai mennyiségeknek a felsorolt folyamatokkal, kémiai reakciókkal kapcsolatos megváltozását jelöljük. Pl.: $\Delta_{\text{vap}}H$ a párolgás entalpiaváltozását jelöli, amely az elpárolgott anyag anyagmennyiségével arányos mennyiség ($\Delta_{\text{vap}}H = H(g) - H(l)$). Ennek az átment anyag anyagmennyiségével osztott értékét (moláris mennyiség) alsó m indexszel jelöljük. Pl.: $\Delta_{\text{vap}}H_m$ a párolgás moláris entalpiáját (a párolgáshőt) jelöli. Az m alsó indexet azonban gyakran elhagyják, különösen akkor, ha a mértékegységből kiderül, hogy moláris mennyiségről van szó. Pl.: $\Delta_{\text{vap}}H = 40,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, a vízre 373,15 K hőmérsékleten és $1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ nyomáson.

Az r alsó indexet a kémiai reakciókkal kapcsolatos változások jelölésére használjuk. Pl. a $\Delta_r H$ a reakció entalpiaváltozását jelöli. A jelölést az egységnyi reakciókoordináta-változásra (1 mol reakcióra) jutó változás jelölésére szokták használni a következő definíció szerint:

$$\Delta_r H = \sum \nu_B H_B$$

Lényeges, hogy amikor az ilyen mennyiségek értékét megadjuk, pontosan rögzíteni kell a sztöchiometriai reakcióegyenletet, mert csak így adható meg a szöchiometriai számok (ν_B) értéke. Pl.:



$$\Delta_r H^\circ = -92,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta_r S^\circ = -199 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

A mértékegységben a mol^{-1} arra utal, hogy ezek moláris (egy mól reakcióra jutó) mennyiségek. A példában szereplő mennyiségek a reakció (moláris) entalpiaváltozása, ill. a reakció (moláris) entrópiaváltozása. A jelhez m alsó indexet is írhatunk, amennyiben ez szükséges, ezzel is hangsúlyozva, hogy ezek moláris mennyiségek.

Dr. Rózsahegyi Márta -
Dr. Wajand Judit

Középiskolások kézikönyve**Rendszerező kémia mintapéldák-
kal, feladatokkal**

A könyv tartalmában igazodik a középiskolák kémia tananyagának tematikájához. A szerzők rendezett logikai rendszerbe foglalják a már megismert tényeket, fogalmakat, összefüggéseket. A mű minden egyes fejezete probléma-felvetésekkel kezdődik, ezt követi az elméleti összefoglaló, amely megalapozza a gyakorlati alkalmazást. Az elméleti anyag könnyebb elsajátítását szemléletes ábrák, grafikonok segítik. A bemutatott mintapéldákon keresztül segítséget ad a kémiai számítások, feladatok eredményes megoldásához. A feladatok között sok versenyszintű probléma is felvetésre kerül. A kiadvány kitűnő alapja lehet a felvételizők önálló, sikeres felkészülésének, hatékony eszköze a középiskolai kémia rendszerezett feldolgozásának.

Megjelent

359,- Ft

Dr. Riedel Miklós - Sommer László

Grand Prix Chimique 1993

kémiai diákverseny

A magyarországi és a nemzetközi verseny

A Grand Prix Chimique (GPCh) versenyt kétévénként rendezik az európai országok vegyipari szakképzésben részt vett diákjai számára. A célja az, hogy a kémiai diákolimpiához hasonló nemzetközi megmérettetésre adjon lehetőséget mind a diákok, mind az iskolák, mind az egyes országok pedagógusai, szakképzése számára. A verseny egyben elősegíti az európai integrációt is a kémia szakoktatása területén. Az UNESCO védnökséggel zajló nemzetközi versenyen az egyes országokban megrendezett válogató versenyek előhelyezettjei indulhatnak. A GPCh-en az egyes országok a nemzetközi szervezőbizottság meghívása alapján vehetnek részt. Az országos versenyek tartalmilag hasonlóak, lebonyolításukban a helyi szempontok érvényesülhetnek: egyes országokban egy forduló (pl. Németország, Franciaország), más országokban több forduló versenyt (pl. Hollandia, Magyarország) szerveztek. A versenyt minden alkalommal más országban rendezik, az első 1991-ben Németországban, az ezévi Franciaországban volt, a következő a tervek szerint Dániában lesz 1995-ben. Magyarország már az első GPCh-en, 1991-ben is részt vett, éspedig már akkor is sikeresen: az egyik versenyzőnk aranyérmet szerzett. A GPCh '91 versenyről a szakmai folyóiratban részletesen beszámoltunk. [1-2]

A versenyek megrendezésének kezdeményezője és a nemzetközi zsűri elnöke Dr. W. Flad (Stuttgart). A GPCh magyarországi zsűrije megalakulása óta az Eötvös Loránd Tudományegyetemen működik. Az ELTE feladatának tekinti a tehetséggondozást, a nemzetközi versenyeken való szereplés menedzselését és a

versenyzők szakmai felkészítését. A válogató verseny megszervezésében Magyarország előnyös helyzetben van, hiszen évtizedes múltat tekintenek vissza az Országos Szakmai Tanulmányi Versenyek (OSzTV), amelyeknek tudvalévően vegyipari szekciója is van. Ezzel a lehetőséggel élve a GPCh magyarországi válogató versenyének alapja az idén is az OSzTV volt. Tekintve, hogy a nemzetközi GPCh csak gyakorlati munkából, analitikai és preparatív részből áll, az OSzTV fordulójának eredményéből is csak a gyakorlati munkát vettük figyelembe, az elméleti feladatok pontszámait nem. Az ezeken végül is legjobban szereplő 17 tanuló részére külön döntő versenyt rendeztünk, amelyen a nemzetközi színvonalnak megfelelő műszeres elemzés szerepelt. A versenyek feladatai a következők voltak: butil-acetát előállítás és minősítése, szennyvíz fenoltartalmának meghatározása bromatometrián, fenoltartalom meghatározása spektrofotometrián. A magyarországi GPCh verseny végeredményét a három fordulón szerzett összesített pontszám határozta meg. A magyarországi GPCh helyezettjei oklevelet és díjakat kapnak. A verseny első két helyezettje részt vehetett a strasbourgi nemzetközi versenyen, a 3. és 4. helyezett diák könyvjutalomban részesült, és értékes könyvjutalmat tudtunk adni a döntőbe került diákok iskoláinak is. Ezt a Műszaki Könyvkiadó és a Springer Verlag szíves adománya tette lehetővé.

A GPCh '93 nemzetközi kémiai tanulmányi versenyt Strasbourgbán, a Lycée Jean Rostandban rendezték 1993. augusztus 31. és szeptember 4. között. A verseny helyi szervező bizottságának elnöke Prof. A. Mathis volt, aki ezért, az európai integrációt is elősegítő munkájáért megkapta az Európa Tanács

emlékérmét. A versenyen idén 10 európai ország 2-2 versenyzője vett részt. Magyar részről két versenyző (Szőnyi Mónika és Szilágyi Andrea) utazott ki. A nemzetközi zsűrinek magyar részről egy állandó és egy meghívott tagja van. A verseny első napján a diákok a laboratóriummal, a felszerelésekkel ismerkedtek. A második és harmadik napon zajlott verseny, a negyedik napon volt az eredményhirdetés. A verseny hivatalos programja mellett a szervező bizottság érdekes kulturális programokról (az Európa Parlament megtekintése, városnézés, ismerkedés Elzássszal) is gondoskodott.

A GPCh '93 verseny feladatai a következők voltak:

- Preparatív munka: 2-klór-2-metil-propán előállítása, feldolgozása és tisztítása.
- Analitikai munka: króm fotometriás meghatározása szennyvízben.

A feladatok szövegét a versenyzők anyanyelvükön kapták készhez a versenynapon. A verseny végeredményét a két feladatra kapott pontok összege határozta meg.

A nemzetközi zsűri egy arany, egy ezüst és egy bronz érmet adott ki az első három helyezettnek. A további sorrendet nem kívánta hivatalosan rögzíteni, ugyancsak nem hirdetett nemzetek közötti sorrendet, mindez azonban a szerzett pontok alapján kiszámítható. A Grand Prix Chimique '93 nemzetközi kémiai szakmai tanulmányi verseny végeredménye a lenti táblázatban található (csak az első 10 helyezett).

Nem hivatalos, de kiszámítható az országok

csapatainak pontszám szerinti sorrendje is. A csapatverseny eredménye a lenti táblázatban látható.

A magyar diákok az ezévi nemzetközi versenyen is nagyon szépen és eredményesen vettek részt. A GPCh magyarországi válogatója alapján állíthatjuk, hogy még további 2-3 diák is eséllyel indulhatott volna a mezőnyben. A GPCh végeredménye egyrészt növelte nemzetközi szakmai tekintélyünket, másrészt azt igazolja, hogy hazánkban színvonalas a természettudományos és az ezirányú szakmai képzés, a vegyipari szakközépiskolákban eredményes oktató-nevelő munka folyik. A GPCh magyarországi zsűrije köszöni a szakképzési iskoláknak és azok tanárainak a versenyekre való felkészítés gondos és fáradságot nem ismerő, eredményes munkáját. Ezen áldozatos munka eredménye a magyar csapat jó teljesítménye a GPCh-en. A nemzetközi GPCh versenyen való eredményes részvétel, sőt bármely tanulmányi versenysorozat mit sem érne, ha nem lennének kiválóan felkészült versenyzők.

A GPCh verseny számos megfontolandó tapasztalattal is járt. Magához a GPCh versenyhez ma még nem szükséges az idegen nyelvek ismerete, mivel, mint írtuk, a versenyzők anyanyelvre fordítva kapják a feladatok szövegét, a laboratóriumban való tájékozódásukban a zsűritagok segítik őket. Tudomásul kell azonban mindenkinek vennie azt, hogy a vegyipari szakmában ma már elengedhetetlen követelmény az angol nyelv használata. A nyelvismeret is feltétele az Európához való reális (és nem csupán szavakban történő) csatlá-

Hely.	Név	Ország	Pont
I.	Vesna, Kramar	Szlovénia	253
II.	Szilágyi Andrea	Magyarország	248
III.	van Trigt, Edwin	Hollandia	245
4-5.	Alevisopoulos, Stefanos	Görögország	227
4-5.	Marjan, Jereb	Szlovénia	227
6.	Wittekoek, Arjen	Hollandia	208
7.	Alles, Jörg	Németország	206
8.	Szőnyi Mónika	Magyarország	204
9.	Zachariou, Filippos	Görögország	200
10.	Bartos, Petr	Csehország	192

Ország	Pont
Szlovénia	480
Hollandia	453
Magyarország	452
Görögország	427
Csehország	372
Németország	372
Szlovákia	360
Dánia	327
Franciaország	316
Litvánia	121

kozásunknak. A környezetvédelem nagyon fontos szerepet játszik az európai vegyipari szakképzésben. Ennek természetes igényé kell válnia a tanulóinkban. Az elméleti felismerés itt sem elegendő, az ismereteket alkalmazni kell. A laboratóriumi munkához hozzá sem lehet kezdeni az ún. R és S veszélyességi kódok tanulmányozása nélkül. A munka végén pedig nem lehet a vegyszereket a lefolyóban eltüntetni, amint azt nálunk még sok helyen teszik. A GPCh-en a további eredményes szereplésünkhöz célszerűnek véljük a versenyre a kiválasztott versenyzők külön felkészítését. Ilyen felkészítés a diákolimpiák esetén már rendszeresen zajlik, a felkészítő „tábornak” a GPCh esetén is az ELTE lehetne a gazdája.

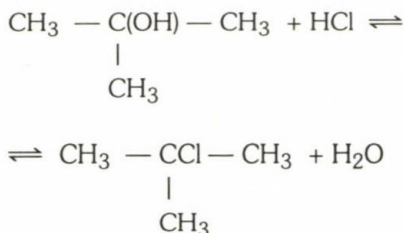
A GPCh magyar versenyének megszervezését, a döntő lebonyolítását és a magyar csapat (a diákok és a zsűri) részvételét a GPCh '93 versenyen a következő intézmények tették anyagilag lehetővé: Munkaügyi Minisztérium, Ipari Minisztérium, Szakképzés 2000 Alapítvány, Eötvös Loránd Tudományegyetem. A GPCh szervezői és a diákok e helyen is köszönik a szponzorok szíves támogatását.

A nemzetközi verseny feladatai

Preparatív feladat: 2-klór-2-metil-propán előállítása, feldolgozása és tisztítása.

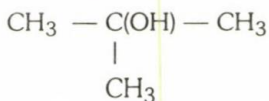
1. Általános tudnivalók

A reakció a 2-metil-propán-2-ol savkatalizált átalakítása:



A kiindulási anyagok és a termékek adatai

2-metil-propán-2-ol

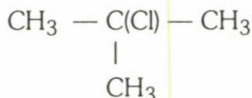


sűrűség: $\rho = 0,78 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
 olvadáspont: 24°C
 forráspont: 82°C
 oldhatóság vízben: korlátlan
 törésmutató: $n(20^\circ\text{C}, \text{NaD}) = 1,3838$

sósavoldat (HCl)

kereskedelmi forgalomban lévő oldat
 sűrűség: $\rho = 1,19 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
 töménysége: $w = 37\%$

2-klór-2-metil-propán



sűrűség: $\rho = 0,84 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
 olvadáspont: -26°C
 forráspont: $+51^\circ\text{C}$
 oldhatóság vízben: nagyon kicsi
 törésmutató: $n(20^\circ\text{C}, \text{NaD}) = 1,3857$

2. A munka leírása

Szintézis. Egy 250 cm^3 -es négynyakú lombikot szereljen fel keverővel, visszafolyó hűtővel, csepegtető tölcserrel és hőmérővel. Töltse a lombikba 75 cm^3 tömény HCl-oldatot és hűtse le 10°C -ra. A csepegtető tölcserrel adjon hozzá 22 g 2-metil-propán-2-olt. Mivel mérgező gázok távozhatnak el a visszafolyó hűtőn keresztül, vezesse el ezeket gumicsővel csatlakoztatott vízlégszivattyúval. A vízlégszivattyút csak igen gyengén szabad működtetni. Indítsa meg a keverőt, és reagáltassa az elegyet állandó keverés közben 20 percig.

Feldolgozás. Válassza szét a szerves és a vizes fázist. A szerves fázist gyorsan mossa át $w = 5\%$ -os nátrium-hidrogén-karbonát-oldattal, majd kétszer 25 cm^3 ioncserélt vízzel. Szá-

ritsa vízmentesre a nyersterméket 2 g magnézium-szulfáttal. Szűrés után mérje meg a nyers-termék tömegét és törésmutatóját.

Tisztítás. A nyersterméket tisztítsa meg a megfelelő desztillációval.

Tisztaságvizsgálat. Ellenőrizze a termék tisztaságát refraktométerrel. A zsűri felveszi a termék infravörös spektrumát és összehasonlítja azt a referenciaspektrummal.

3. Jegyzőkönyvvezetés és eredmények

A munkavégzés biztonsága. Adja meg a jegyzőkönyvben minden használt vegyszer veszélyességére vonatkozó legfontosabb tudnivalókat és az R/S kódokat is.

Kérdések a termékkel kapcsolatban.

Miért használja nagy feleslegben a savat?
Milyen gáz távozhat el a folyamat során?
Miért kell a mosásokat gyorsan elvégezni?
Miért használ nátrium-hidrogén-karbonát-oldatot és nem nátrium-hidroxid-oldatot?

A kitermelés kiszámítása. Nyerstermék kitermelési hatásfoka. Tiszta végtermék kitermelési hatásfoka.

A tiszta végtermék forráspontja. A forráspontot egy zsűritag is állapítsa meg.

Törésmutató. A nyerstermék törésmutatója. Tiszta végtermék törésmutatója. A törésmutatót egy zsűritag is mérje meg.

Analitikai feladat

Króm fotometriás meghatározása szennyvízben

1. Általános tudnivalók. Először meg kell terveznie egy munkamenetet, amellyel azután az adott ismeretlen mintában lévő króm(III) mennyiséget meg tudja határozni.

2. A munka leírása. Kap egy törzsoldatot, amely 2,000 g Cr(III)-at tartalmaz literenként. Célszerű hígítással mérjen ki bürettából annyi oldatot, hogy az elkészített oldata 500 μg Cr(III)-at tartalmazzon. Hígítsa fel ezt a mintát

kb. 40 cm^3 -re és elegyítse 10 cm^3 $w(\text{NaOH}) = 4\%$ -os NaOH-oldattal és 5 cm^3 $w(\text{H}_2\text{O}_2) = 3\%$ -os hidrogén-peroxid-oldattal. Forralja az oldatot nyitott főzőpohárban 10 percig, hűtse le, öblítse át egy 100 cm^3 -es mérőlombikba és töltsse fel jelre. Az így kapott oldatot használja az abszorpciós maximum meghatározásához. Vegye fel a spektrumot a 350...450 nm tartományban, ehhez használjon 1 cm-es küvétát.

A kalibrációs görbe felvétele. A fenti előírás szerint készítsen oldatokat 200...800 μg Cr(III)-ion tartalommal, oxidálja és töltsse fel 100 cm^3 -re. Mérje meg az oldatok abszorban-ciáját az előzőleg megállapított abszorpciós maximumnál, és készítsen kalibrációs görbét.

A Cr(III)-ionok mennyiségének meghatározása szennyvízben. 100 cm^3 -es mérőlombikokban 2 vízmintát kap, amelyek Cr(III)-iont tartalmaznak. Töltsse fel jelre az oldatot, és az így készített hígított mintákból vegyen ki 20 cm^3 -t és oxidálja ezeket a fenti recept szerint, végül töltsse fel mérőlombikban 100 cm^3 -re. Mérje meg az oldatok abszorban-ciáját és a kalibrációs görbéről olvassa le a hígított vízminta Cr(III)-ion tartalmát μg -ban. A vízminták ugyanazt a mintát tartalmazzák, térfogatuk 15,0 cm^3 , ill. 25,0 cm^3 . Számítsa ki a vízminta Cr(III)-ion tartalmát.

3. A vízelemzés jegyzőkönyve

Általános megjegyzések. Jegyzőkönyvében az egyes részeket ugyanúgy kell sorszámozni, mint ahogy azt ezen a lapon feltüntet-tük. Az 1. részben tüntesse fel a munkabizton-ság kérdéseit is. A króm(III)-törzsoldat króm-klorid-oldat (CrCl_3 -oldat) gyengén savas (sósas) közegben.

Abszorpciós spektrum. A hígítás kiszámítása. A hígított oldat szükséges mennyiségének kiszámítása. Az abszorpciós spektrum elkészítése. A spektrumot milliméterpapírra rajzolja fel és csatolja a jegyzőkönyvhöz.

A kalibrációs görbe. A kalibrációs görbe felvételéhez szükséges számítások. A kalibrációs görbe felvétele. Milliméterpapírra rajzolja fel és csatolja a jegyzőkönyvhöz. Minden mért abszorban-ciértéket fel kell tüntetni.

Ismeretlen oldatok elemzése. A két oldat abszorbanciaértékének megadása. A vizsgálandó oldatok króm(III)-tartalmának megadása

sa μg -ban. A 100 cm^3 -re feltöltött ismeretlen oldat tömegkoncentrációjának kiszámítása és megadása mg/dm^3 -ben.

Checklisták

A munka értékelése. Az értékelési szempontokat (checklista) és az adható pontszámokat azért adjuk meg, hogy megítélhető legyen az értékelés aprólékossága és az egyes értékelési elemek súlyozása. A szempontrendszer esetleg adaptálható a magyar iskolákban és a versenyeken is. A pontok a maximális értékek, levonás (minuszpont) is lehetséges volt.

1. Preparatív munka

A laboratóriumi munka

	pont
<i>A munka biztonsága</i>	
a munka előtt kiirrodalmazva	4
a munka után kiirrodalmazva	-4
nincs védőszemüveg	-4
<i>Szintézis</i>	
a készülék helyes és működőképes	5
a bemérések módja	4
a $10\text{ }^\circ\text{C}$ betartása ($\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ -ra)	2
gázelszívás	4
reakcióidő betartva	1
<i>Feldolgozás</i>	
választótölcsér kezelése	2
pH ellenőrzése a mosáshoz	3
szárításkor rázogatta-e az edényt	4
szűrőpapír mérete	3
nyersterméket megméri-e	2
<i>Tisztítás</i>	
a desztillációs lombik mérete ($100\text{ v. }250\text{ cm}^3$)	3
forró van-e	4
<i>Tisztítás</i>	
vízfürdővel	4
készülék működőképes	3
csiszolatok zsírozva	2
előpárlat eltéve	2
a desztilláció sebessége	4
desztillációs maradék van-e	2

	pont
<i>Ellenőrzés</i>	
refraktométer prizmáját tisztítja-e	2
ismételt mérést végez-e	2
prizma a mérés után tisztítva	2
kérdezi-e a műszer kalibrációját	2
<i>Általános szempontok</i>	
önállótan munka	-5
áttekinthető munkahely	4
tiszta munkahely	3
rendben átadott laborasztal	4
anyagokat a gyűjtőbe önti-e	3

Jegyzőkönyv

R és S kódok és következtetések	5
Helyes válasz az 5 kérdésre	12
Kitermelés számolása	
kitermelés definiálása	2
melyik anyagra vonatkoztatja	5
elméleti kitermelés kiszámítása	5
nyerstermék kitermelése	1
<i>Eredmény</i>	
kitermelés (0-70 %) max.	40
Forráspont ($50\text{-}52\text{ }^\circ\text{C}$ ill. $-60\text{ }^\circ\text{C}$) max.	20
Törésmutató ($1,3857\text{-}1,3849$ ill. $-1,3865$) max.	10
IR spektrum max.	20

2. Analitikai munka

A laboratóriumi munka

	pont
A munka biztonsága	
a munka előtt kioldalmazva	3
a munka után kioldalmazva	1
nem néz utána	-1
nincs védőszemüveg	-4
Abszorpciós spektrum felvétele	
a törzsoldat hígítása	3
bürettakezelés	2
forró vagy bot	2
hőmérséklet ellenőrzése	4
a mérőlombik feltöltése	2
homogenizálás	2
vakpróba	2
a küvetta kezelése	-2...2
fotométer kezelése	1
kisebb lépésközök a maximumnál	2
Kalibrációs görbe	
azonos hőmérséklet betartása a hígításoknál	3
megfelelő mérőeszközök	2
hőmérséklet ellenőrzése a feltöltés-nél	3
homogenizálás	1
lombikok megjelölése	2
fotométer nullapontjának ellenőrzése	3
küvettakezelés	2
Vízminta elemzése	
feltöltés	1
homogenizálás	1
pipetta kezelése	2
hőmérséklet ellenőrzése	3
vakpróba van-e	2
küvetta kezelése	2
Általános szempontok	
áttekinthető munkahely	2
anyagokat a gyűjtőbe önti-e	2
rendben átadott laborasztal	1
önálló munka	2

Jegyzőkönyv

R és S kódok és a következtetések	3
Hígítás számolása 1 vagy 2 sorozatban	1...3
Térfogat számítása	3
Mérési adatok feltüntetve	2
A spektrum formai követelményei	6
Maximum 368...376 nm	3
Kalibráció hígításának számolása	4
Abszorbancia-koncentráció adatok megadása	2
Kalibrációs pontok száma 0...7	0...4
Kalibrációs görbe formai követelményei	6
Egyenes helyesen meghúzva	3
Hibaszámolás vagy megadás	8
Ismeretlen abszorbanciája megadva	1
Oldattérfogatok megadva	1
Koncentráció számolása	4
Külalak	3
Helyesírás	3
Eredmény 0...5 % eltérés	80...0

Irodalom

- [1] Szakoktatás **XLII**, 1992/2., 4.
- [2] Magyar Kémikusok Lapja **XLVII**, 1992, 510.

Pálvölgyi Imre

A lakmusz-indikálástól az átfogó érvényű Uszanovics-féle sav-bázis elméletig IV. rész

5. Az Uszanovics-féle sav-bázis elmélet vagy pozitív-negatív elmélet (1939)

A savak és a bázisok mindeddig legáltalánosabb definícióját M. I. Uszanovics adta, ha a kvantummechanikai sav-bázis elmélettől eltekintünk. Gyakorlatilag az addig ismert sav-bázis elméleteket egységes rendszerbe foglalva igyekezett az azok egyedileg meglévő hiányosságait kiküszöbölni. Elméletét alkalmazta a redoxifolyamatokra is, mint a sav-bázis reakciók különleges csoportjára.

Uszanovics, amikor az anyag savas vagy bázisos tulajdonságát határozta meg, nagy figyelmet fordított a vegyület központi atomjának koordinációs telítettségi fokára, valamint számolt a központi atom periódusos rendszerben elfoglalt helyének hatásával is.

Az elmélet lényege:

- Sav* minden olyan anyag, amely hidrogéniont (protont) vagy bármilyen kationt képes leadni, illetve elektronnal vagy bármilyen anionnal képes egyesülni. Ezeken kívül sav minden olyan anyag is, mely bázzissal sóvá semlegesítődik.
- Bázis* minden olyan anyag, mely elektront vagy aniont képes szolgáltatni, illetve hidrogénionnal (protonnal) vagy bármilyen kationnal egyesülni tud. Bázis továbbá minden olyan anyag is, amely savval sóvá semlegesítődik.

A sav és a bázis fogalmához fűzött kiegészítésekkel Uszanovics lényegében az elmélete keretébe vonta az Arrhenius-Ostwald-féle sav-bázis elméletet is.

Az Uszanovics-féle elmélet savait és bázisait két-két főcsoportra osztották Konopik (1949) javaslatára:

Donor-savak azok az anyagok, melyek a reakciójuk során protont vagy kationt adnak le.

Akceptor-savak azok az anyagok, amelyek reakciójukban elektront vagy aniont vesznek fel.

Amennyiben koordinatíve telítetlen a pozitív ion, akkor a savas tulajdonságait anion megkötésével érvényesítheti. Az ilyen savakat *kation-savaknak* nevezik.

Donor-bázisok azok az anyagok, melyek a vegyi folyamatban protont vagy aniont adnak le.

Akceptor-bázisok olyan anyagok, melyek a vegyi folyamatban protont vagy kationt vesznek fel.

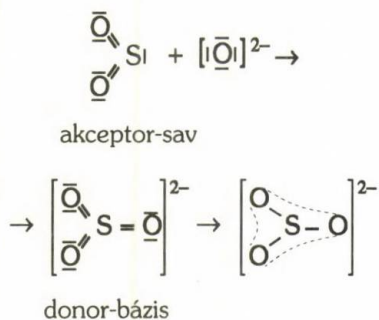
Ha koordinációs telítetlen valamely negatív ion, akkor a bázikus tulajdonságai valamilyen kation megkötésében érvényesülnek. Az ilyen bázisokat *anion-bázisoknak* nevezték el.

Első példánk egy kiragadott részfolyamat legyen:

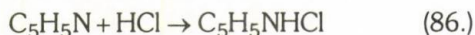


A koordinációs telítetlen S-atom, mint a SO_2 -molekula központi atomja, képes aniont megkötni, s ebben a molekula savas jellege mutatkozik meg. Az egyesülési folyamatban a SO_2 akceptor-sav, a negatív oxidion megkötésével donor bázissá válik, hiszen az ellentétes irányú folyamatban (gondoljunk a kénessav vagy a szulfitek bomlására) az oxidiont visszaszolgáltatni képes. Ha most a folyamatba beleképzeljük azt az oxidálószer is, amely a SO_2

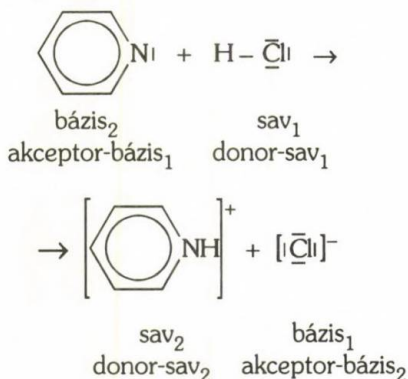
részére az oxidiont szolgáltatta, mindjárt *kettős sav-bázis rendszerrel* találjuk magunkat szemben. (Brönsted-Lowry elmélete!) A következőkben erre több példát látunk. Az előbbi példánk folyamatában az oxidion koordinatív kötést létesít a kénatom *d*-pályáján, rögtön bekövetkezik a π -elektronok delokalizációja:



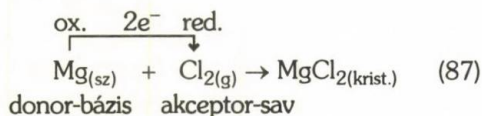
Lássunk most egy kettős sav-bázis rendszert a maga teljességében, Brönsted szerinti és Uszanovics szerinti értelmezésben:



Elektronszerkezetileg:



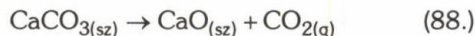
Uszanovics elmélete annyira átfogó, hogy a szemléltetésre bemutatható példák száma kieméríthetetlen. Önkényes válogatással említek néhányat:



A 87. számú reakcióban a keletkezett Mg^{2+} -ion az akceptor-sav (kationsav) szerepét töltheti be, mert anionnal képes egyesülni. A Cl^- -ion donor-bázisnak (anion-bázisnak) fog-

ható fel, mert anionból elemi klórrá oxidálódva elektront ad le, illetve, mint anion, képes kationnal egyesülni.

A kalcium-karbonát hőhatásra történő bomlása:



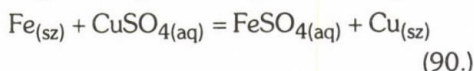
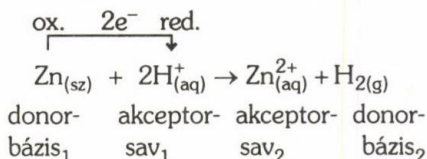
akceptor-sav + donor-bázis

A kalcium-karbonát termikus disszociációjakor O^{2-} -ion átmenetében áll a reakció, a karbonátion a donor-bázis, a kalciumion az akceptor-sav.

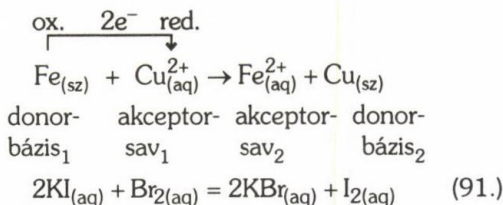
Néhány helyettesítési folyamat:



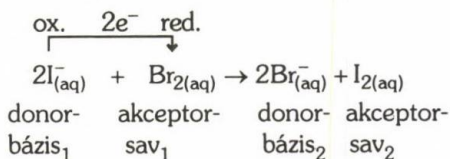
Ionegyenlettel:



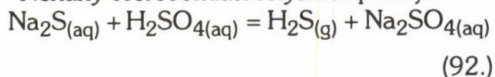
Ionegyenlettel:



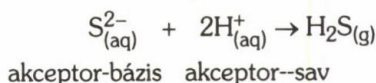
Ionegyenlettel:



Néhány cserebomlási folyamat példája:

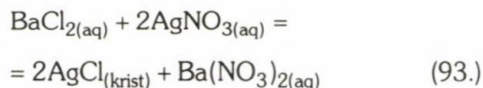


A reakció lényegét kifejező ionegyenlet:

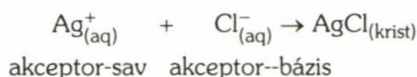


A reakcióban keletkezett H_2S egyaránt tekinthető donor-savnak és donor-bázisnak is, mert ha a vizes oldatában bekövetkező elektrolitos disszociációját tekintjük, kationt és aniont disszociál. Ezek a vízmolekulákkal hidratálódnak, illetve az oldatban jelenlévő más ionokkal egyesülhetnek.

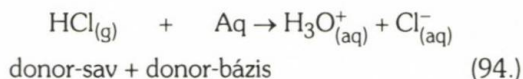
Más példa:



A lényegét kifejező ionegyenlet:

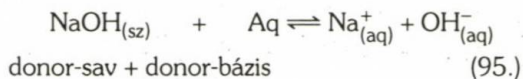


Ha jól belegondolunk, tulajdonképpen az elektrolitos disszociációt is sav-bázis reakciónak kell tekintenünk Uszanovics értelmezése szerint. Például:



A hidrogén-klorid a proton ledisszociálása miatt donor sav, a negatív kloridion ledisszociálása miatt ugyanakkor donor-bázis. A protonnal egyesülő vízmolekula akceptor-bázis, a savmaradékiont hidratáló vízmolekulák akceptor-savnak tekinthetők. A fordított irányú folyamatban az oxóniumion már donor-sav.

Amennyiben kovalens dipól molekulákból álló halmaz elektrolitos disszociációját sav-bázis folyamatként értékeljük, ezen az alapon az ionkristályokét is így vehetjük:

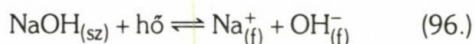


Nyilvánvaló, hogy a NaOH -ionkristály csak az oldószerrel való kölcsönhatása alapján tekinthető sav-bázis folyamat kettős szerepet betöltő egyik reakciópartnerének. (Kationdonor szerepében savnak, aniondonor szerepében bázisnak. A víz, illetve a mindenkori oldószer szerepére a 94. számú reakciónál utaltam.)

Nem tekinthető sav-bázis reakciónak az ionkristályok oldószer nélküli (reakciópart-

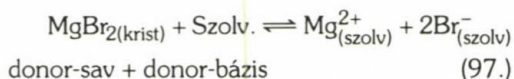
ner nélkül) olyan elektrolitos disszociációja, amely az olvadékból jön létre:

318 °C hőfokon:



A szilárd fázisban és a folyadék fázisban a halmaz ionjai továbbra is csak egymással maradnak kölcsönhatásban. A sav-bázis folyamatnak csak a lehetősége áll fenn, de ehhez a rendszerbe valamilyen reakciópartnert kell bejuttatni.

Hasonló a helyzet az ionkristályos sók esetében is. Példánk legyen a magnézium-bromid esete. A MgBr_2 metanolban és etanolban is oldódik, disszociált ionjai az oldószer molekuláival szolvatálódnak. Ez a folyamat sav-bázis reakció:



A vegyület 700 °C-on bekövetkező olvadása és elektrolitos disszociációja nem tekinthető sav-bázis folyamatnak:



Az elektrolízisnél bekövetkező elektród-folyamatok is sav-bázis folyamatok, ha tetszik, semlegesítési reakciók.

Egy katód-folyamat példája:



A katólitól kivált, a katódon elektronfelvétellel semlegesítődött fém redukciós folyamatban lett ionból semlegessé. Uszanovics elmélete szerint ez az elektronfelvétel a rézion savi tulajdonságának a bizonyítéka.

Párhuzamként egy anód-folyamat példája:



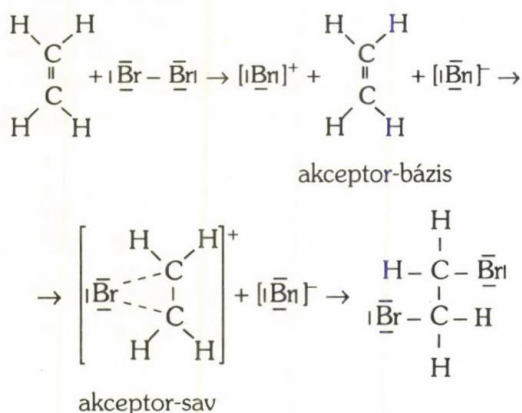
Az anolitban lévő kloridionok az elektródon történő semlegesítődés oxidációs folyamatában elektront adnak le, ezért donor-bázisnak nyilváníthatók.

Számos olyan reakció létezik, amely összességében, pontosabban a kezdeti és a végállapotát tekintve, nem sorolható a sav-bázis folyamatok közé. Ezek közül azonban soknak az átmeneti komplexumában sav-bázis részfolyamatok mennek végbe, savi reakciót bázisreakció követ vagy fordítva, melyek végeredményben kompenzálják egymást.

Egyik példaként vizsgáljuk meg az etén ionos mechanizmusú elektrofil addícióját:



Részleteiben:

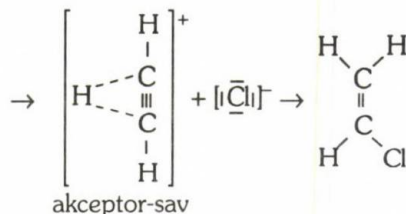
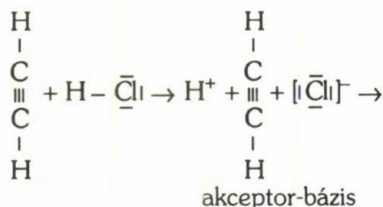


A Br^+ -kation megkötésekor az eténmolekula akceptor-bázis. Az átmeneti reakcióterméként belőle létrejött $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}^+$ -kation már akceptor-savként szolgál a reakció következő mozzanatában, vagyis a Br^- -anion megkötésekor. A végtermékként keletkezett dibrom-etán mindkét szénatomja koordinatív telített.

Ugyancsak ionos mechanizmusú elektrofil addícióval jön létre a vinil-klorid az etin és a hidrogén-klorid reakciója során:



Részfolyamatait, figyelemmel a sav-bázis változásra:

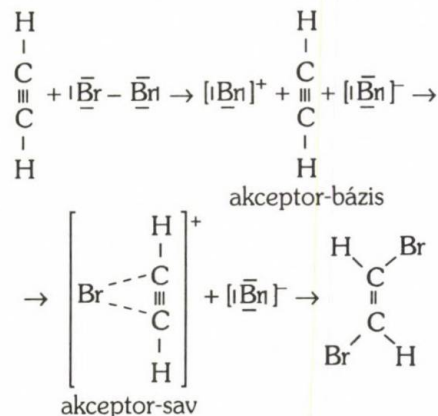


A reakció részfolyamatainak magyarázata a 101. jelű reakcióéhoz hasonló.

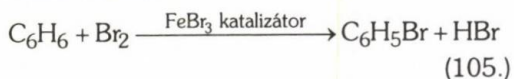
Ebből a típusból az etin brómadícióját tekintve még:



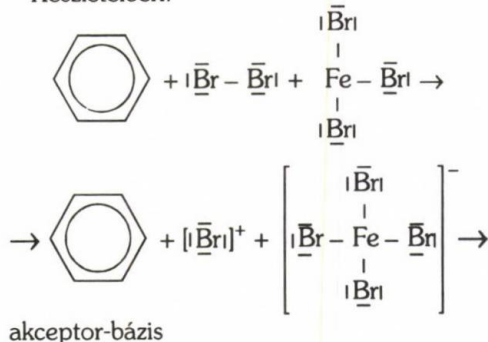
Részfolyamataiban mindkét reakció az etén brómadíciójának mintájára magyarázható. Csak a 103. számú reakciót részletezve:

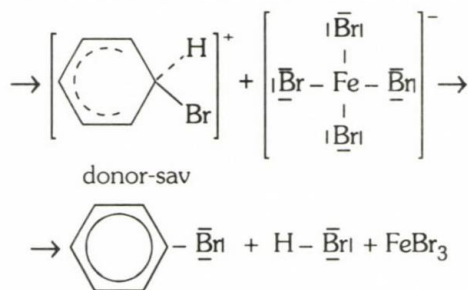


A szubsztitúciós folyamatokra a benzol elektrofil szubsztitúciói közül ugyancsak a brómozást választva:



Részleteiben:





Amint a példaként bemutatott folyamatok reakcióegyenleteiből látható, Uszanovics a legkülönbözőbb folyamatokat sorolja a sav-bázis reakciók közé, közöttük az elektronátmenetekkel járó redoxifolyamatokat is. Ezen az elméleten belül is érvényesül az anyagok amfotérikus szemlélete, ugyanis attól függően, hogy milyen reakcióban vesz részt valamely anyag a reakciópartnere, reagálhat savként és bázisként is.

Vitatni lehet, hogy a felsorakoztatott példák megfelelőek, alkalmasak voltak-e, továbbá elegendőek voltak-e Uszanovics elméletének megértésére. Az eddigiekkel a reakció-szemelvények sora nem ért véget, mert a következő fejezet újabbakat is tartalmaz, igaz, hogy olyanokat, melyeket valamely más elmélet tárgyalásakor már mintául vettünk.

Uszanovics elméletének összevetése a többi sav-bázis elmélettel

Tekintsünk meg néhány válogatott esetet más sav-bázis elméletek köréből, de az Uszanovics-féle elméletbe ágyazva!

A) Legkönnyebb akkor a dolgunk, ha azt akarjuk vizsgálatunk tárgyává tenni, hogy miként illeszkedik a *Lux-elmélet* Uszanovics elméletébe, tudniillik csak az oxidion-átmenetekre kell tekintettel lennünk. Az aniont (ez esetben O^{2-} -iont) ledisszociáló anyag bázis, míg partnere, az aniont (esetünkben O^{2-} -iont) megkötő anyag sav.

A kálium-szilikát keletkezése oxidokból:



donor-bázis + akceptor-sav $\rightarrow$ só

(Lux-bázis + Lux-sav $\rightarrow$ só)

B) Mivel Uszanovics már a magános elektron átmenetét (redoxifolyamatok) is sav-bázis folyamatként fogja fel, a *Lewis-elmélet* elektronpár-donorai és elektronpár-akceptorai Uszanovics szerint is bázisok, illetve savak.

Egy autoionizáció vagy öndisszociáció a Lewis-elméletből – Uszanovics szerint:



donor-	akceptor-	akceptor-	donor-
bázis ₁	sav ₁	sav ₂	bázis ₂
(Lewis-	Lewis-	Lewis-	Lewis-
bázis ₁	sav ₁	sav ₂	bázis ₂)

Egy iontrópia (anioncserével) a Lewis-elméletből – Uszanovics szerint:



donor-	akceptor-	akceptor-	donor-
bázis ₁	sav ₁	sav ₂	bázis ₂
(Lewis-	Lewis-	Lewis-	Lewis-
bázis ₁	sav ₁	sav ₂	bázis ₂)

Komplexbépző reakció a Lewis-elméletből – Uszanovics szerint:



akceptor-sav	donor-bázis
(Lewis-sav)	(Lewis-bázis)

A nikkellion koordinációs telítettségét a cianidionok inert elektronpárjuk bevitelével csökkentik. Mint elektrondonorok, a cianidionok donor-bázisok. Ha a cianidionok oldaláról nézzük a kérdést, a nikkellionhoz kötődve a cianidionok szénatomjának is csökken a koordinatív telítettsége, akceptálta a nikkelliont, ily szempontból akceptor-bázisként is felfogható. A lényeg mégis az, hogy a Lewis-féle és az Uszanovics-féle sav-, illetve bázisfogalom fedi egymást.

Másik komplexképzés az előző mintájára:



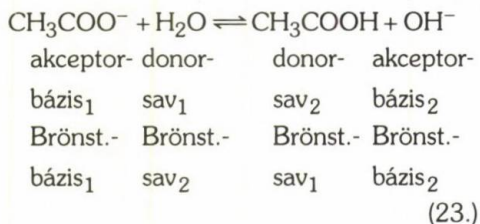
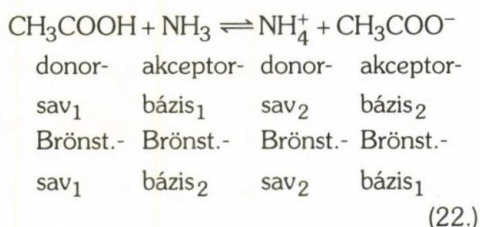
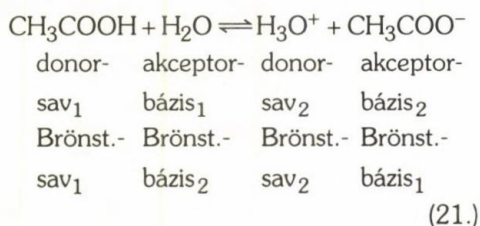
donor-bázis	akceptor-sav
(Lewis-bázis)	(Lewis-sav)

Az ammóniamolekulák a nitrogénatom inert elektronpárjával a rézion elektronpályáira kötnek, annak koordinációs telítettségét

csökkentik. Mint elektronpár-donorok, Lewis és Uszanovics szerint egyaránt bázisok. Az ammónia oldaláról tekintve: a molekula központi nitrogénatomjának a koordinációs telítetlensége is csökken azáltal, hogy kötésbe lép a réz-atomtörzsszel, így az ammóniamolekula a pozitív iont megkötő funkciója miatt akceptor-bázisnak is tekinthető.

C) Az Arrhenius-elmélet és a Brönsted-elmélet protondonorai Uszanovics meghatározása szerint is savak. Ezek ellentéte a proton-akceptor Brönsted-bázis, mely Uszanovics eredeti megfogalmazása szerint is bázis. Az Uszanovics elmélet tárgyalása közben is találkozunk sav-bázis párokkal, kettős sav-bázis rendszerekkel, amfotériával, ugyanúgy, mint Brönsted elméletének ismertetésekor.

Az Arrhenius-féle elmélet keretében először említett, majd a Brönsted-elmélet taglalása során bírálat tárgyává tett és Brönsted felfogása szerint átértékelt 21., 22. és 23. számú reakciókat újból példának használva:



Mint érzékelhető, a Brönsted-féle kettős sav-bázis rendszerek Uszanovics elméletében is sav-bázis párok között lezajló reakciók. Amely

anyag sav Brönsted rendszerében, sav Uszanovics rendszerében is. Ugyanez áll a bázisok esetére is. Csupán a két rendszer sav-bázis párai között nincs fedés a korrespondenciát illetően. (Kötelességem azonban megjegyezni, hogy a rendelkezésemre álló irodalomban nem találtam annak nyomát, hogy Uszanovics ugyanúgy használta volna a kettős sav-bázis rendszer fogalmát és a korrespondenciát, mint Brönsted.)

A savak és a bázisok erőssége általában is és a különböző oldószerekben is hasonlóan értelmezett az Uszanovics-elméletben a Brönsted-féléhez.

D) Ebben a fejezetben jószerevével már minden kapcsolatot megkerestünk az Uszanovics-féle sav-bázis elmélet, valamint az előképűl szolgáló többi elmélet között. Egyedül az Arrhenius-elmélet hidroxid-bázisai maradtak ki a sorból. Ezen a hiányon is könnyen segíthetünk, ha Uszanovics elméletének kiragadott részletét idézzük: Bázis minden olyan anyag, amely aniont tud szolgáltatni, illetve olyan anyag, amely savval sóvá semlegesítődik.

Ismeretes, hogy a hidroxid-bázisok elektrolitos disszociációjának az egyik terméke anion, nevezetesen hidroxidion (OH⁻-ion). Talán a legközismertebb semlegesítési és sóképződéssel járó folyamatok éppen a hidroxid-bázisok savakkal történő reakciói. Ezzel az Uszanovics-elmélet két feltétele is teljesül a hidroxid-bázisokra.

Összegzés, Uszanovics elméletének értékelése

A 85-105. számozású reakciók példákat mutattak be az Uszanovics-féle sav-bázis elmélet alkalmazására. Ugyanezt a célt szolgálták az „Uszanovics elméletének összevetése a többi sav-bázis elmélettel” című fejezetben idézett példák is. Megállapítható, hogy Uszanovics elmélete valamennyi tárgyalt sav-bázis elméletnél általánosabb, s az Arrhenius-Ostwald elmélettől a Lux-Flood elméletig valamennyiüket speciális esetként tartalmazza.

Uszanovics elméletét a nagy általánossága miatt éri legtöbb kifogás. Igen általános volta miatt olykor nehézségekbe ütközik az alkalmazása. Bizonyára ennek tudható be, hogy modernsége ellenére sem terjedt el általánosan, így hazánkban is alig ismerik. (Helyette leginkább az ismertebb Brönsted-Lowry-féle vagy a Lewis-féle sav-bázis elméletet használják, mint egyszerűbben alkalmazhatókat.) Szükségesnek látszik az elmélet áttekinthetőbb belső tagolása, az alkalmazását megkönnyítő szempontok szerinti kategorizálása. A másik jelentős kifogás az, hogy a redoxifolyamatok is sav-bázis reakciónak minősülnek Uszanovics szerint.

Amint az választóvonal sem vonható meg élesen, amely kijelölné, hogy az ideális határesetnek tekintett kovalens kötés és az ionkötés közötti átmeneti kötéstípusok kialakulása meddig számítható redoxifolyamatnak, Uszanovics redoxifolyamatokra alkalmazott sav-bázis reakcióinak az érvényességi határa is bizonytalan.

6. Egyéb sav-bázis elméletek

Aulliken (1952) kvantummechanikai alapokon nyugvó elméletet dolgozott ki. Elmélete ugyanolyan széleskörű, mint Uszanovicsé, azonban annál bonyolultabb, ezért az alkalmazása nehezebb.

Több más kísérlet is történt a sav és a bázis fogalmának, valamint a sav-bázis reakciók általános és egyértelmű definiálására, azonban mindegyik próbálkozás csak rész megoldást eredményezett, az eredeti alapokhoz keveset adott. E kísérletek jelentősebbjeit a fontosabb sav-bázis elméletek keretein belül ismertettem

7. Melyik sav-bázis elméletet fogadjuk el? Melyiket alkalmazzuk?

Asavak és a bázisok különféle elméletei a maguk nemében hasznosak. A maga nemében, a saját területén mindegyikük létjogosult. A konkrét eset dönti el, hogy melyik elmélet felel meg legjobban a magyarázatára.

A prototrópia vagy protolízis eseteire leginkább a Brönsted-elmélet alkalmazható. Egyes esetekben még az Arrhenius-Ostwald-elmélet is megfelelő, ha figyelembe vesszük a proton és az oldószer-molekulák közötti kölcsönhatást. (A magam részéről nem tartom hibának a protolitikus folyamatok reakcióegyenleteiben a H^+ jelölést a mindenkori óniumionok helyett, mert ez az általános iskolai és a középiskolai tanuló számára a folyamatot áttekinthetőbbé teszi, a lényegét jobban kiemeli. Természetesen elengedhetetlennek tartom azt, hogy az oldatban, az oldószer anyagi minőségétől függően a megfelelő óniumion tényleges jelentésével számoljunk. A H^+ jel használata mellett szól az is, hogy végül is az egyik molekulából a másikba való átmenet – igaz, hogy rendkívül rövid – időszakában ténylegesen protonátmenetről van szó.)

A hidroxid-bázisok vonatkozásában használható az Arrhenius-Ostwald- és a Lewis-elmélet is.

Az elektronpár más molekulába való bevitele, az ionotrópia, az ezekkel járó komplexképződés, továbbá az autoionizáció vagy öndisszociáció magyarázatára legjobban a Lewis-elmélet felel meg.

Az ionotrópia oxidion átmenetével megvalósuló esteiben a Lux-Flood-elmélet használható.

A felsorolt esetek mindegyikére az Uszanovics-elmélet egyetemesen alkalmazható, sőt az elektronátmenettel járó redoxifolyamatokra is.

Fürstné dr. Kólyi Erzsébet

Látványos kémiai kísérletek

A videosorozat *legváltozatosabb, legszínesebb* darabja készült el a nyáron. Négy témakörhöz válogattak érdekes, szép kísérleteket a szerzők: Dr. Rózsahegyi Márta és Dr. Wajand Judit, egyetemi docensek, az ELTE oktatói.

Elektrokémia II.

Az ionvándorlást a réz-dikromát példájával szemléltetik. Az elektrolízisre az első példa az ezüst-nitrát- és a réz-nitrát-oldatok elegyében végzett elektrolízis. A kiváló fémről oldás után kémiai reakcióval bizonyítják, hogy az ezüst. Majd nátrium-klorid- és nátrium-szulfát-oldat elektrolízise folyik párhuzamosan grafit-elektrodok alkalmazásával. A következő kísérletben a nátrium-klorid-oldatot *higanykatód* felhasználásával elektrolizálják, difragmaként *tojáshéj* szerepel. Érdekes kísérlet a *krumpliban végzett elektrolízis*. Szép látvány az ezüst-nitrát-oldatból az oldat felületéhez érő, katódként kapcsolt tű körül kiváló „ezüstvirág”. Végül az utolsó kísérlet az elektrokémia és a korrózió kapcsolatát mutatja be.

Képfestés, titkosírás

igen *hangulatos, ötletes* ez a részlet, alkalmas arra, hogy a színek, a rajz, a kép varázásával keltse fel az érdeklődést a kémia iránt. Néhány színváltozással járó kémiai reakció után *piros-fehér-zöld nemzeti zászló* készült univerzális indikátor és vegyszerek felhasználásával. Káposztalével átitatott papírra szép *virágot* festhetünk savas és lúgos kémhatású oldatokkal.

Képfestésre, titkosírássra sok kémiai reakció alkalmas. Például ha réz(II)-szulfát-oldattal írunk világoskék papírra, száradás után az nem látszik. $K_4[Fe(CN)_6]$ „előhívó” oldat hatására *barna színnel* jelenik meg a szöveg. Az $FeCl_3$ -

oldattal készült felirat *kék színnel* válik láthatóvá $K_4[Fe(CN)_6]$ -, *pirossal* KSCN-oldat permevezésekor. A réz(II)-szulfát-oldattal készült felirat melegített ammónia-oldat fölött *sötétkék* színnel jelenik meg. A vízzel készült $CoCl_2$ -oldat rózsaszín, ha hajszárítóval elpárologtatjuk a vizet, akkor *kék búzavirág* rajzolódik ki a papíron. A Co^{2+} és Fe^{3+} -ionokat tartalmazó oldattal festett lombkorona *sárgáról zöldre* változik a hajszárító melege hatására, tehát a képen másodpercek alatt „*kitavasodik*”. A leg egyszerűbb otthon is elkészíthető titkosíráshoz a papíron kívül citromlé (vagy ecet) és vasaló kell. A citromlével írt üzenet láthatatlan, de a meleg vasaló hatására *megbarnul*.

Sorozatreakciók

A kazettának ezt a részét főként szakkörök és fakultációs foglalkozásra javasoljuk. Az első kísérlet az *aldehidóra*, amelyben két színtelen oldat összeöntés után néhány másodperc múlva *megpirosodik, megkékül vagy megzöldül*. A redoxireakciók végén, a HSO_3^- -ionok elfogyása után a különböző indikátorok különböző színnel jelzik a felszabaduló OH^- -ionokat.

A *Landolt-reakció* elég közismert, de a módosított változatai még a kísérletezésben járatos szakemberre is az újdonság erejével hatnak. A három színtelen oldat összeöntés utáni jelenség a reagens koncentrációjának viszonyától függ. Az első esetben *narancsvörös csapadék válik ki, majd megkékül az oldat*. A második pohárban csak *narancsvörös csapadék válik le*, más változás nincs. A harmadik esetben a *kiváló csapadék rövid idő múlva feloldódik*. Az utolsó pohárban *átmenetileg megkékül, majd elszíntelenedik* az oldat.

Végül két *oszcilláló reakciót* is láthatunk. A legkönnyebben bemutatható oszcilláló folyamat a *Briggs-Rauscher-reakció*, amelyben a

sárga és a kék szín váltakozik. A *Belouszov-Zsabotinszkij-reakcióban* piros és kék szín változását figyelhetjük meg néhány perccig.

Szerves redoxi reakciók

Fezek a kísérletek mind az általános, mind a középiskolában jól felhasználhatók. Az *alkoholszondában* végbemenő folyamatot mutatja a kálium-dikromát és az etil-alkohol reakciója. Heves redoxi reakció megy végbe a glicerín és a kálium-permanganát között is. Az alkoholgőzöket a réz(II)-oxid aldehiddé oxidálja, közben a fekete réz-oxidból sárgás-vöröses fémréz keletkezik.

Az *ezüsttükör-próbát* új megoldásban láthatjuk: az ezüst-nitrát és ammónium-nitrát ol-

dat elegyét hozzáadva az aldehidhez, szőlőcukorhoz nem történik változás. Majd tömény nátrium-hidroxid-oldat hatására *hidegen* is azonnal megbarnul az oldat, kb. fél perc alatt szép ezüsttükör válik ki a kémcső falán. A lejátszódó folyamatok, egyensúly-eltolások értelmezése jó gondolkodtató feladat lehet.

Majd a *Fehling-próbát* láthatjuk aldehid- és szőlőcukor-oldattal. A *keményítő-oldat* csak savas hidrolízis után ad pozitív eredményt. A *sárgarépában* és a *tejben* levő glükóz ugyan-csak savas hidrolízis után mutatható ki a Fehling-próbával.

A szerves vegyületek igen gyors, *robbanás-szerű* oxidációjának szemléltetésére két látványos kísérlettel végződik a kazetta: a *lőgyapot* hevítésével és a *füstbombával*.

Könyvismertetés

Balázs Lórántné: **Kémiai kísérletek** c. könyve 13-16 éves tanulók számára készült. Nagyrészt a háztartásban található anyagokkal és eszközökkel elvégezhető, mintegy 140 egyszerű és veszélytelen kémiai kísérletet tartalmaz. Az egyes kísérletek leírása mellett kémia-történet, a kísérletekhez fűződő babonák, a gyakorlati felhasználás, biokémiai utalások és egyéb érdekességek is megtalálhatók benne.

Az otthoni kísérletezés mellett nagy segítséget nyújt mind az általános iskolák, mind a gimnáziumok kémia szakköreinek, mert egyszerű eszközökkel és anyagokkal elvégezhető, számos tanulságos és érdekes kísérlet receptjét és ötletét adja.

Minden kísérlethez egyszerű magyarázat is tartozik, de a megfelelő képletek, reakció-egyenletek is megtalálhatók benne. Az általános iskolai kémiai tanulmányi versenyekre, ill. az Irinyi versenyre való felkészülést és felkészítést is nagymértékben segíti.

Néhány cím a tartalomból:

Az alkímisták nyomában – Az alkímisták kísérletei: desztillálás, fém-, átalakítás, és ezzel kapcsolatban a fémek elektrokémiai sorozata.

Az „életműtlen vegytan” – azaz szervesetlen kémiai kísérletek.

„Berzvegytani eszköz” – azaz elektrokémiai kísérletek.

Életműves vegytan – azaz szerves kémiai kísérletek.

Kémiai detektívek – kísérletek indikátorokkal

Kolloidkémia – a kémiai tudományok betetőzése.

Néhány dolog, amit a háztartásban hasznosíthatunk.

A MOZAIK Oktatási Stúdió tankönyvajánlata az 1994/95-ös tanévre

Az alábbiakban felsorolt kiadványok a MOZAIK Oktatási Stúdió kiadványai, melyek szerepelnek az 1994/95-ös tanév tankönyvlistáján. A tankönyvlista 1994. januárjában kerül az iskolákba.

Biológiai feladatok közép-
iskolásoknak

Jól felkészültem-e?
Komplex munkafüzet biológiából
6., 7., 8. osztály



Hogyan oldjunk meg fizikai
feladatokat?

Fizikai feladatok gyűjteménye álta-
lános iskolásoknak

Fizika tankönyv + munkafüzet
12., 13., 14. éveknek



Rendszerező kémia mintapédák-
kal, feladatokkal



Természetföldrajz I.
A Föld belső erői



A magyar nyelv I.
Kisiskolások anyanyelvi
gyakorlókönyve
1., 2., 3., 4. osztály

Kisiskolások magyar nyelv könyve
1-2., 3., 4. osztály

Meséről-mesére

Munkafüzet a szövegértés fejlesztésére

Fogalmazás lépésről-lépésre I., II.
Munkafüzet a kifejezőkészség
fejlesztésére

Mentsük meg Szederkét!
Játékos munkafüzet a fogalmazás
tanulásához

Irodalom tankönyv + munkafüzet
13 éveseknek



Matematikai ismeretek
13-14 éveseknek

Matematikai fogalmak, tételek

MATEMATIKA Összefoglaló fel-
adatgyűjtemény 10-14 éveseknek

Matematikai gyakorló munkafüzet
2., 3., 4. osztály



Német nyelv - középfokú
nyelvvizsgára készülőknek

A leggyakoribb német
beszédfordulatok